Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. W. Kley

ÜBER DIE ENTWICKLUNG EINER KÄLTEEMPFINDUNG DURCH ZUSÄTZLICHE L-MENTHOL-GABEN IM 5-KOMPONENTEN-GESCHMACKSTEST NACH CLAUSSEN

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Alois MAYR

aus Röfingen/Bayern

Würzburg, den 16. April 1981

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. W. Kley

ÜBER DIE ENTWICKLUNG EINER KÄLTEEMPFINDUNG DURCH ZUSÄTZLICHE L-MENTHOL-GABEN IM 5-KOMPONENTEN-GESCHMACKSTEST NACH CLAUSSEN

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Alois MAYR

aus Röfingen/Bayern

Würzburg, den 16. April 1981

Referent: Prof. Dr. C. F. Claussen

Korreferent: Prof. Dr. W. Kley

Dekan: Prof. Dr. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung: 8. Juli 1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

GLIEDERUNG

I. EINLEITUNG 1

II. VERSUCHE 2

1. Verwendete Testsubstanzen 2
2. Elektrogustometrie 3
3. Versuchspersonenkollektiv 4
4. Versuchsdurchführung 4
4.1 Anamnese 4
4.2 Chemogustometrie 7
4.3 Psychophysische Befundcodierung 9
4.4 Elektrogustometrie 10
5. Statistische Methoden 12

III. ERGEBNISSE 13

A. Statistische Ergebnisse 13
1. Anamnesestatistik 16
2. Chemogustometrische Ergebnisse 24
2.1 Statistik des 5-Komponenten-Geschmackstests 24
2.2 Statistik des 5-Komponenten-Geschmackstests mit 0.04 %igem l-Menthol 36
2.3 Die Bestimmung des Schmeckleistungsindex und die prozentuale Teiltesterkennung der Versuchspersonenkollektive K1: Normalpersonen, K2: Nierenpatienten, K3 neurootologische Patienten 51
3. Statistik der elektrogustometrischen Verfahren 68

B. Einzelkasuistik 81
1. Gruppe mit unterdurchschnittlichem Schmeckleistungsindex im 5-Komponenten-Geschmackstest 81
2. Gruppe mit durchschnittlichem Schmeckleistungsindex im 5-Komponenten-Geschmackstest 85

3. Gruppe mit überdurchschnittlichem Schmeckleistungsindex im 5-Komponenten-Geschmackstest 88

IV. DISKUSSION 91

1. Schmecktheorien 91

2. Thermische Beeinflussung der Schmeckleistung 98

3. Pathophysiologische Aspekte des 5-Komponenten-Tests und des kombinierten l-Menthol-5-Komponenten-Tests 100

V. ZUSAMMENFASSUNG 106

LITERATURANGABEN I-VII

EINLEITUNG

Die Gustometrie blickt aus dem klassischen Verständnis der Stimuli überwiegend auf das Gebiet der chemischen bzw. elektrochemischen Reizschwellenbestimmung an der Zunge.

Die Elektrogustometrie mit abgestuften Impulsen zeigt aber schon, daß das Wort Gustometrie in einem weiteren Sinne zu verstehen ist. Die Gustometrie beinhaltet hier nämlich eine linguale Sensibilitätsprüfung. Die Einflüsse auf die Geschmackswahrnehmung beschränken sich nicht nur auf chemische Qualitäten, sondern müssen auch unter dem Aspekt der taktilen Wahrnehmung der geschmeckten Produkte und deren augenblicklich verspürten Temperatur gesehen werden.

Die Temperatur des Geschmeckten kann oberhalb der Körpertemperatur liegen, dann wird die Speise allgemein als heiß, oder deutlich unterhalb liegen, dann wird sie allgemein als kalt bezeichnet. Die Empfindung heiß kann man aber auch nach Endres chemisch durch gleichzeitige Gaben von zum Beispiel Capseicum (Paprika) hervorrufen.

Es ist ein Anliegen dieser Arbeit zu überprüfen, ob die Empfindung kalt in analoger Weise durch die Verabfolgung von l-Menthol ausgelöst werden kann. Ferner soll der Einfluß der l-Menthol-Wirkung auf die einzelnen psychophysischen Geschmacksqualitäten des 5-Komponenten-Geschmacktests untersucht werden. Ebenfalls überprüft werden soll die Beeinflussung der elektrisch geprüften lingualen Sensibilität mit dem abgestuften Impulsgustogramm unter der Einwirkung der l-Menthol-Kälte.

II. VERSUCHE

1. Verwendete Testsubstanzen

1.1 Der 5-Komponenten-Geschmackstest

Um das chemogustometrische Geschmacksverhalten der Versuchspersonen zu untersuchen, verwenden wir den 5-Komponenten-Geschmackstest nach Claussen. Diesem Standardverfahren liegen in geometrisch abgestuften Konzentrationen folgende Testsubstanzen zugrunde:

süß	Glucoselösung	0,1 %ig	1,0 %ig	10,0 %ig
salzig	Kochsalzlösung	0,1 %ig	1,0 %ig	10,0 %ig
sauer	Zitronensäurelösung	0,1 %ig	1,0 %ig	10,0 %ig
bitter	Phenylthioharnstofflösung	0,001 %ig	0,01 %ig	0,1 %ig
bitter	Chininlösung	0,001 %ig	0,01 %ig	0,1 %ig

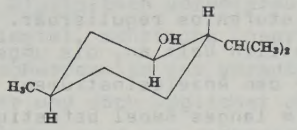
Für die Phenylthioharnstofflösung besteht bei manchen Versuchspersonen eine angeborene Geschmacksblindheit (PTH-Blindheit); deshalb ist eine zweifache Prüfung mit Bitterschmeckstoffen und zwar PTH und Chinin nötig.

1.2 Der 5-Komponenten-Geschmackstest mit 0,04%igem l-Menthol

Analog zum Grundversuch unterziehen wir unsere Versuchspersonen einem weiteren Geschmackstest, bei dem die Schmecklösungen des 5-Komponententests mit 0,04 % l-Menthol verbunden wurden.

L-Menthol oder Methanol -(3) $C_{10}H_{20}O$, ist ein wichtiger gesättigter Terpenalkohol; sein Molekel weist drei asymmetrische C-Atome auf. Somit existieren 8 Stereoisomere, die sämtlich synthetisch zugänglich sind. In der Natur kommt als Hauptbestandteil des Pfefferminzöls nur (-)-Menthol = l-Menthol vom Schmelzpunkt $43^{o}00^{C}$ mit folgen-

der Konformation vor:



(−)-Menthol

Durch chemische Mischverfahren ließen sich alle reinen Geschmackslösungen des 5-Komponententests außer der 10% Kochsalzlösung mit 0,04 %igem l-Menthol verbinden. Da sich bei der höchsten Konzentration der Na Cl-Lösung Kristallisationseffekte nicht ausschließen ließen, blieb diese Lösung auch in der statistischen Auswertung (siehe Schmeckleistungsindizes) unberücksichtigt.

Die Apotheke des Luitpoldkrankenhauses, Würzburg, lieferte die Restlösungen sowohl des reinen 5-Komponenten-Geschmackstests, als auch der chemischen Verbindungen mit l-Menthol. Die Schmecklösungen waren in 50 ml Glasschliffkolben abgefüllt, welche in Plexiglasständern untergebracht waren. Nach Beendigung einer Versuchsreihe wurden diese fest verschlossen in einem dunklen Schrank aufbewahrt. Die Testsubstanzen in den Glaskolben wurden wöchentlich erneuert. Frisch hergestellte Lösungen lieferte alle vier Wochen die Apotheke. Im Versuch werden die Lösungen dann mit Watteträgern auf die Zungenoberfläche appliziert (siehe Versuchsdurchführung).

2. Elektrogustometrie

Für die elektrogustometrischen Untersuchungen verwenden

wir ein Reizstromdiagnostikgerät der Firma Hortmann und Co, das sogenannte Neurotestgerät. Durch ein durch Vorwiderstände abgeschächtes Potentiometer ist die Stromstärke stufenlos regulierbar. Die mA Skala zeigt jedoch eigentlich Volt an, die umgerechnet werden müssen. Über dem Anzeigeinstrument ist an zwei Buchsen ein ca. 1.5 m langes Kabel befestigt. An einem Plastikgriff am anderen Ende des Kabels können die Elektroden befestigt werden. Anode und Kathode sind 5 cm lang, die Enden der beiden Elektroden sind rechtwinkelig umgebogen und abgerundet.

Weiterhin können mit dem Impulsgenerator folgende Funktionen bestimmt werden:

Stimulusform:	Rechteck - Dreieckimpuls
Stromart:	Gleichstrom: kontinuierlich - pulsierend
Impulsdauer:	kontinuierlich; abgestufte Werte: 100 ms, 10 ms, 1ms, 0.1 ms
Periodendauer:	500 ms - 1.000 ms

3. Versuchspersonenkollektiv

In einem Zeitraum von Januar bis Juli 1980 untersuchten wir 150 Personen. Dabei handelte es sich um 50 = 33.3 % Normalpersonen = K1, bei denen kein auffälliges Krankheitsbild bekannt ist; K2 = 31 = 20.5 % waren Patienten der HNO-Klinik Würzburg; K3 = 69 = 46.2 % stammten aus der nephrologischen Abteilung der Universitätsklinik Würzburg bzw. aus dem Kuratorium für Heimdialyse Würzburg, Grombühlstr. 12 (siehe Tab. 2, S. 14).

4. Versuchsdurchführung

4.1 Anamnese

Zunächst werden die Versuchspersonen einer eingehenden Anamnese unterzogen. Sie muß, da die Patienten oftmals in anderen Disziplinen voruntersucht sind (innere Medizin, Neurologie), mehrfache Ansprüche erfüllen. Das momentane Beschwerdebild der Versuchsperson muß knapp, überschaubar und doch möglichst umfassend festgehalten sein. Im Vordergrund der anamnestischen Befragung stehen Leiden im Bereich der Kopfsinne. Die wichtigsten Grundleiden aus anderen Gebieten werden durch ein grösseres Raster erfragt (Claussen). Als Anhaltspunkt dient uns Nodec III (Neurootologischer Datenerfassungsbogen nach Claussen, siehe Abb. 1). Dieser kann später in Datenverarbeitungsanlagen eingegeben werden und nach Anpassung an Nodec II direkt gelesen werden. Die Verwendung eines solchen standardisierten Anamnesebogens scheint uns im Vergleich zur biographischen Exploration der Patienten sinnvoll, da die gleiche Art und Anzahl von Information festgehalten wird.

In den Punkten 1 - 5 unseres Anamnesebogens werden Fragen zu Schwindel- und vegetativen Symptomen, deren Auslösefaktoren und Dauer gestellt. Erkrankungen im Bereich der Kopfsinne, Geruch, Geschmack, Gehör, Sehvermögen, Trigeminus und Facialis werden in den Punkten 5 - 12 eruiert.

Grundleiden wie zum Beispiel Traumata, Herz-Kreislauferkrankungen, Diabetes, Nierenleiden, werden in den Punkten 13 - 16 und 18 festgehalten. Da ein Großteil unseres Versuchspersonenkollektivs Nierenleidende sind, wurden genaue Auskünfte über Dauer und Art dieser Erkrankung eingetragen. Einnahme von Pharmaka jeglicher Art und Genußmittel wurden im Punkt 17 überprüft. Schließlich wurden noch Alter, Geschlecht, Körpergröße und Gewicht im Fragebogen notiert.

Nodec III
Spezielle neurotologische Anamnese:

ABB. 1:

1) Schwindelsymptome:
   a) Schwankschwindel ( )
   b) Liftgefühl ( )
   c) Drehgefühl ( ) n. rechts ( ) n. links ( )
   d) Fallneigung ( ) n. rechts ( ) n. links ( )
   e) Schwarz-Werden-vor-Augen ( )
   f) Unsicherheit ( )

2) Vegetative Symptome:
   a) Schweißausbruch ( )
   b) Übelkeit ( )
   c) Würgen ( )
   d) Erbrechen ( )
   e) Kollaps ( )

3) Schwindelauslösung:
   a) Kinetose - Schiff, Flugzeug, Bahn, Auto – ( )
   b) Kopfdrehen ( )
   c) Bücken ( )
   d) Aufstehen ( )
   e) Blickwendung ( )

4) Dauer der Beschwerden:
   a) seit Stunden ( )
   b) seit Tagen ( )
   c) seit Wochen ( )
   d) seit Monaten ( )
   e) seit Jahren ( )
   f) seit Jahrzehnten ( )

5) Dauer des einzelnen Anfalls:
   a) 1–2 Sekunden ( )
   b) Minuten ( )
   c) Stunden ( )
   d) Tage ( )
   e) Wochen ( )
   f) Monate ( )
   g) langdauernd gleichmäßig ( )
   h) an- und abschwellend langdauernd ( )

6) Geruchsstörungen:
   a) Anosmie rechts ( ) links ( )
   b) Hyposmie rechts ( ) links ( )
   c) Parosmie rechts ( ) links ( )
   d) Kakosmie rechts ( ) links ( )
   e) Nasenatmungs-behinderung rechts ( ) links ( )

7) Sehstörungen:
   a) Unschärfe ( )
   b) Doppelbilder ( )
   c) Bewegungseindrücke ( ) ruckartige ( )
   d) Blindheit rechts ( ) links ( )

8) Ohrensymptome
   a) Ohrensausen rechts ( ) links ( )
   b) Hörverminderung – rechts ( ) links ( )
   c) Taubheit – rechts ( ) links ( )
   d) Zust. n. Ohr-Op. rechts ( ) links ( )

9) Geschmacksstörungen:
   a) Ageusie ( )
   b) Parageusie ( )
   c) Hypogeusie ( )

10) Trigeminuszeichen:
   rechts ( )
   links ( )

11) Facialisparese:
   a) peripher — rechts ( ) links ( )
   b) zentral — rechts ( ) links ( )

12) Kopf-Hals-Trauma:
   a) Verkehrsunfall ( )
   b) Arbeitsunfall ( )
   c) Sportunfall ( )
   d) Hausunfall ( )

13) Neurologische Leiden: ( )

14) Herz-Kreislauf-Leiden:
   a) Hypertonus ( )
   b) Hypotonus ( )
   c) Arteriosklerose ( )
   d) Herzinsuffizienz ( )
   e) Zustand nach Herzinfarkt ( )

15) Diabetes mellitus: ( )

16) Nierenleiden: ( )

17) Pharmaka oder Genußmitel:
   a) Alkohol ( )
   b) Nikotin ( )
   c) Coffein ( )
   d) Salicylate ( )
   e) Streptomycin ( )
   f) Gentamycin ( )
   g) Contraceptiva ( )
   h) Sedativa ( )
   i) Antivertiginosa ( )
   j) Sonstige ( )

18) -Untersuchung, Beschwerden:
   a) unverändert ( )
   b) leicht gebessert ( )
   c) deutlich gebessert ( )
   d) leicht verschlechtert ( )
   e) deutlich verschlechtert ( )

19) Sonstiges:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

4.2 Chemogustometrie

5-Komponenten-Geschmackstest

Die chemogustometrischen Untersuchungen beginnen wir mit dem 5-Komponenten-Geschmackstest nach Claussen. Dabei werden sterile Watteträger (Q-Tips) der Fa. Ponds mit einer Op-Klemme festgehalten und solange in die jeweilige Lösung getaucht, bis sie vollgesogen sind. Die Lösungen werden dann angefangen von der geringsten Konzentration aufsteigend auf eine 2 cm^2 große Fläche einmassiert. Zwischen den einzelnen Applikationen auf der rechten und linken Zungenseite warten wir solange, bis die Versuchsperson keinen Nachgeschmack mehr verspürt. Gegebenenfalls muß der Proband zwischen den Konzentrationen mit Wasser nachspülen. Die Testlösungen werden in der Reihenfolge des 5-Komponententestbogens angewendet (siehe Abb. 2).

Im Hinblick auf die Verteilung der Geschmäcke auf der Zunge müssen einige Besonderheiten beachtet werden.

Glucoselösung tragen wir dicht neben der Zungenspitze auf, Kochsalz- und Zitronensäurelösung am Zungenrand, PTH und Chinin im Gebiet der Papillae circumvallatae.

Nach einem genau festgelegten Schlüssel (siehe psychophysische Befundcodierung) tragen wir die Ergebnisse in den Chemogustometriebogen nach Claussen ein.

Der 5-Komponenten-Geschmackstest mit 0,04 %igem l-Menthol

Analog zum Grundverfahren des 5-Komponententests nach Claussen werden den Versuchspersonen nun die mit jeweils 0,04 %igem l-Menthol chemisch verbundenen Lösungen auf die Zunge gerieben. Wir benutzen wieder sterile Wattestäbchen und berücksichtigen die topographischen Beson-

Neurootologischer Chemogustometrie-Bogen

5-Komponenten-Test

nach Dr. C. F. Claussen

Patient

Name: _____

_____

Anschrift: _____

_____

geboren: _____

untersucht: _____

Abb. 2:

Geschmacksstoff	Konzentration	Zungenbereich rechts	links
Glucoselösung	0,1%		
	1,0%		
	10,0%		
Kochsalzlösung	0,1%		
	1,0%		
	10,0%		
Zitronensäurelösung	0,1%		
	1,0%		
	10,0%		
Phenylthio-harnstofflösung	0,001%		
	0,01%		
	0,1%		
Chininlösung	0,001%		
	0,01%		
	0,1%		

Kennziffern zur Reaktionsbewertung:

1 = süß
2 = salzig
3 = sauer
4 = bitter
5 = metallisch
6 = heiß
7 = seifig
8 = sonstige Empfindung
Ø = keine Empfindung

Form Nr. 11 Druck und Vertrieb: city schnelldruck, Marcusstraße 10, D-8700 Würzburg

derheiten der Geschmäcke auf der Zunge. Die Ergebnisse werden wieder getrennt für beide Zungenhälften in einen Chemogustometriebogen eingetragen (siehe psychophysische Befundcodierung).

4.3 Psychophysische Befundcodierung der Chemogustometrietestverfahren

Wie wir bereits erwähnten, werden die Ergebnisse mit Hilfe eines Codes in den Chemogustometriebogen eingetragen. Um die statistischen Kriterien der Objektivität, Reliabilität und Validität eines Testverfahrens zu gewährleisten, wurden alle Probanden zu einer möglichst exakten Aussage über ihre Geschmacksempfindungen aufgefordert. Dabei fragten wir zum Beispiel einen Probanden, der die Auskunft gab, es schmecke nach Essig, ob es salzig oder sauer sei. Gab er zum Beispiel die Information, es schmecke nach Arznei, mußte er genauer spezifizieren, ob er bittere oder süße Arznei meine.

Um den Probanden die Aussage zu erleichtern, gaben wir ihnen die Kriterien des Chemogustometriebogens vor:

1 = süß, 2 = salzig, 3 = sauer, 4 = bitter,
5 = metallisch, 6 = kalt, 7 = seifig,
8 = andere Empfindungen, 9 = keine Empfindungen.

Die Aussagen wurden dann codiert in Ziffern eingetragen, wobei 1 - 4 die Grundgeschmacksrichtungen darstellen. Die Ziffern 5 - 8 wurden beim reinen 5-Komponenten-Geschmackstest als Fehlgeschmäcke gewertet, Ø heißt, daß kein Geschmacksempfinden vorhanden war. In Bezug auf unsere Fragestellung der chemischen Erzeugung einer Kälteempfindung ist die Ziffer 6 in Abänderung des ursprünglichen Testbogens als kalt definiert. Im Geschmackstest mit 0,04 %igem l-Menthol stellt die Ziffer 6 eine Grundgeschmacksrichtung dar. Gibt der Proband in diesem Ge-

schmackstestverfahren eine "doppelte" Empfindung an wie zum Beispiel kalt und süß, tragen wir 6/1 ein.

Kann eine Versuchsperson den Geschmack überhaupt nicht definieren, wird diese Aussage mit Ø gekennzeichnet. Liegt das angegebene Geschmacksempfinden außerhalb unseres Kriterienkatalogs wie zum Beispiel, es schmeckt nach Papier, geben wir 8 an.

4.4 Elektrogustometrie

Nach den chemogustometrischen Messungen werden bei 150 Versuchspersonen die elektrogustometrischen Messungen durchgeführt. Bei 27 der Probanden werden sowohl vor als auch nach den chemogustometrischen Verfahren elektrogustometrische Messungen vorgenommen. Vor Versuchsbeginn mit dem Neurotestgerät klären wir den Patienten über das Verfahren auf und fordern ihn auf, jedesmal, wenn er etwas spürt, die Hand zu heben. Die beiden sterilen Elektroden werden nun sanft auf die rechte laterale Seite des vorderen Drittels der Zunge gelegt und die Stromstärke durch Drehen am Potentiometer reguliert. Gibt der Proband das vereinbarte Zeichen, wird die Schwelle auf der Skala abgelesen und das Ergebnis in den Elektrogustometriebogen (siehe Abb. 3) eingetragen. Durch einen Probeversuch mit 0.02 Milliampere gewöhnen wir den Probanden an den ihn unbekannten Reiz und versuchen ihn gegenüber dem oftmals angsteinflößenden Stimulus zu desensibilisieren.

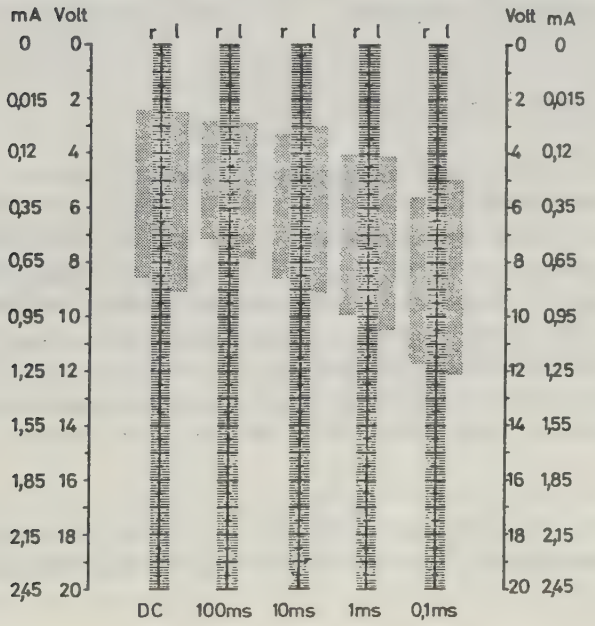
Wir bestimmen die Schwelle zunächst bei Gleichstrom, dann bei abgestuften, pulsierenden Impulsen von 100 ms, 10 ms, 1 ms, 0,1 ms, bei gleichbleibender Periodendauer von 500 ms. Die Impulsart ist gleich, wir verwenden Rechteckimpulse.

Abb. 3

NEUROOTOLOGISCHER ELEKTROGUSTOMETRIE - BOGEN

BIPOLARER STIMULUS
RECHTECKIMPULS
500 msec PERIODENDAUER

PATIENT:



Es ist dabei von entscheidender Bedeutung, daß während des Versuchs der Druck auf der Zunge möglichst konstant gehalten wird, weil dieser den zwischen den Elektroden fließenden Strom beeinflußt und damit Meßdaten verfälscht werden können. Die Stromstärke wird langsam, kontinuierlich gesteigert, bis der Proband auf den Stimulus reagiert, der qualitativ als Prickeln oder Bitzeln bei DC oder als Klopfen bei abgestuftem Gleichstrom beschrieben wird. Bei 27 Versuchspersonen wurden die elektrogustometrischen Messungen vor und nach dem Geschmackstest vollzogen, um eine Adaptation bzw. Sensibilisierung feststellen zu können.

5. Statistische Methoden

Die folgenden Ergebnisse werden sowohl qualitativ als auch quantitativ ausgewertet. Bei den quantitativen Ergebnissen handelt es sich um Daten, die in einer Datenbank erfaßt werden und elektronisch im Rechenzentrum der Universität Würzburg ausgewertet wurden. Variablen wie Alter, Körpergewicht, Körpergröße, anamnestische Daten, Schmeckleistungsindizes werden verteilungsstatistisch untersucht und graphisch in Histogrammen dargestellt. Es handelt sich größtenteils um eine reine Prozentstatistik.

Die qualitativen Ergebnisse äußern sich in einzelnen Falldarstellungen und werden in Kapitel Einzelkasuistik abgehandelt. Wir berücksichtigen Extrem- und Normalwerte.

III. Ergebnisse

A. Statistische Ergebnisse

Tabelle 1: Verteilung der Variablen
Alter, Körpergröße, Körpergewicht, Geschlecht
im Gesamtkollektiv

			Mittelwert $\bar{X}$	Standard-abweichung $\pm$ s
I_2 Alter:	Jahre	Zahl %	40.53	14.569
	6-25	26		
	25-50	82		
	51-80	42		

I_3 Geschlecht:

I_3 Geschlecht: männlich	Zahl	%	weiblich	Zahl	%
	80	53.33		70	46.67

I_4 Körpergröße (cm):	Mittelwert $\bar{X}$	Standard-abweichung $\pm$ s
	170,71	7,7577

I_5 Körpergewicht (kg):	Mittelwert $\bar{X}$	Standard-abweichung $\pm$ s
	66,333	9,9444

Tabelle 2: Verteilung der Variablen:
Alter, Körpergröße, Körpergewicht, Geschlecht
in den drei Versuchspersonengruppen

K 1 = Normalpersonen

Variable	Anzahl	Mittelwert	Standard-abweichung
Alter (Jahre)	50	30.58	± 13.54
Körpergröße (cm)	50	173.14	± 8.12
Körpergewicht (kg)	50	67.22	± 9.70
Geschlecht	50	27 männlich = 54.00 %	23 weiblich = 46.00 %

K 2 = Nierenpatienten

Variable	Anzahl	Mittelwert	Standard-abweichung
Alter (Jahre)	69	46.81	± 12.22
Körpergröße (cm)	69	170.24	± 7.06
Körpergewicht (kg)	69	64.95	± 9.92
Geschlecht	69	42 männlich = 60.87 %	27 weiblich = 39.13 %

K 3 = neurootologische Patienten

Variable	Anzahl	Mittelwert	Standard-abweichung
Alter (Jahre)	31	42.61	± 12.47
Körpergröße (cm)	31	167.80	± 7.67
Körpergewicht (kg)	31	67.96	± 10.28
Geschlecht	31	11 männlich = 35.48 %	20 weiblich = 64.52 %

1. Anamnesestatistik

Die statistische Auswertung des Anamnesebogens Nodec II zeigt uns, daß unsere Versuchspersonen ein mittleres Alter von 40.53 ± 14.56 Jahren haben (siehe Tabelle 1, 2).

Die mittlere Körpergröße beträgt 170.7 cm ± 7.75, das Körpergewicht liegt im Mittel bei 66.33 kg ± 9.94 kg (siehe Tabelle 1).

Von unseren 150 Probanden sind 70 = 46.67 % weiblichen Geschlechts und 80 = 53.33 % männlichen Geschlechts.

Da fast die Hälfte unserer Versuchspersonen Patienten der nephrologischen Abteilung der Universitätsklinik Würzburg bzw. des Kuratoriums für Heimdialyse waren, liegen die Ergebnisse der Anamnesestatistik vor allem im Bereich der Grundleiden, über dem Durchschnitt von Nodec (siehe Tabelle 3).

Im Bereich der Schwindelsymptome liegt der Schwankschwindel mit 44.00 % (66 Versuchspersonen) vor dem Black-Out mit 33.33 % (50 Versuchspersonen), gefolgt von den Angaben Drehgefühl rechts 18 % (27 Versuchspersonen), Drehgefühl links 14 % (21 Versuchspersonen), Unsicherheit 16.67 % (25 Versuchspersonen), Fallneigung rechts 11.33 % (17 Versuchspersonen), Fallneigung links 4.67 % (7 Versuchspersonen) und Liftschwindel 4.67 % (7 Versuchspersonen).

Der eigentliche Nausea-Komplex mit Schweißausbruch, Übelkeit, Erbrechen, Kollaps wird von 120 Probanden angegeben, wobei manche Variablen wie auch in anderen Bereichen doppelt besetzt sind.

Die Schwindelanfälle werden bei 72 Versuchspersonen = 46 % durch Aufstehen ausgelöst, bei 37 = 24.67 % durch Bücken, 16 Versuchspersonen = 10.67 % geben Kopfdrehen

als Auslösefaktor an, 10 = 6.67 % Seitenblick rechts bzw. links. Bei 38.67 % = 68 dauern diese Beschwerden bereits seit Jahren, bei 17.33 % seit Monaten, bei 7.33 % seit Wochen und bei 4.67 % = 7 seit Jahrzehnten. 47 Versuchspersonen = 31.33 % geben eine kurze Dauer von 1 - 2 sec an, 44 = 29.33 % von Minuten, 13 = 8.67 % von Jahren.

Der Anteil von Versuchspersonen mit Ohrengeräuschen und Hörverminderungen liegt ungefähr genauso hoch wie bei den Probanden mit vegetativen Symptomen. Wir errechneten 29.33 % = 44 Versuchspersonen mit Ohrgeräuschen rechts bzw. 31.33 % = 47 Versuchspersonen mit Ohrengeräuschen links. 20 % = 30 und 14 % = 21 Versuchspersonen geben eine Hörverminderung rechts bzw. links an, 3 Versuchspersonen sind rechts taub. 4 hatten Ohroperationen rechts bzw. links, einer leidet an Otosklerose.

Bewegungskrankheiten gibt eine recht geringe Anzahl von 6 % der Probanden an.

Von Sehstörungen wie Unschärfe, Doppelbilder, Flimmern sind nun wieder ca. 74 % unseres Versuchspersonenkollektivs betroffen.

1 Proband (= 0.67 %) gibt im Bereich der Geruchsstörungen eine Anosmie rechts, einer eine Anosmie links an, jeweils 3 Versuchspersonen (= 2.o %) eine Parosmie rechts bzw. links.

Trigeminuszeichen wurden bei einem Probanden diagnostiziert, Facialisparese peripher rechts bzw. links und zentral links ebenfalls bei einem (= 0.67 %).

Geschmacksstörungen wie Ageusie rechts bzw. links kommen in 4 bzw. 2 Fällen vor; Parageusie rechts geben 4 Probanden an, Parageusie links drei.

12.67 % = 19 Versuchspersonen erlitten ein Trauma vor Wochen, 11 = 7.33 % vor Monaten, 9 vor Jahren, 3 vor Jahrzehnten.

Neurologisch behandelt werden 15 = 10 % unserer Testpersonen.

Diabetes mellitus geben 8 = 8.67 % an.

Bei den Herz-Kreislaufleiden führen die Patienten mit Hypotonus mit 36 % = 54 Versuchspersonen vor denen mit Hypertonus 20.67 % = 31 Versuchspersonen. 23 = 15.33 % haben eine Herzinsuffizienz, bereits 12 erlitten einen Herzinfarkt.

Nierenleiden geben 74 = 49.34 % unserer Probanden an. Davon leiden unter chronischer Glomerulonephritis 31 = 20.67 %, chronische Pyelonephritis 24 = 16.o %, Nierensteinen 6 = 4 %. Eine Analgeticaniere haben 3 = 2 %, sonstige Nierenleiden 10 = 6.67 %, eine Nierenoperation 4 = 2.67 %. 69 = 46 % dieser Probanden müssen dreimal wöchentlich zur Dialyse, davon 34 seit mehr als 2 Jahren, 27 seit einem Jahr, 9 seit zwei Jahren und ebenfalls 9 seit Monaten.

Unter der Rubrik Pharmaka - Genußmittel ermittelten wir folgende Zahlen:
35.33 % = 53 Versuchspersonen konsumieren regelmäßig Alkohol (mehr als 1 Bier, bzw. 1 Schoppen Wein), 34 % = 51 rauchen mehr als 10 Zigaretten, 56.67 % = 85 trinken mehr als 2 Tassen Kaffee täglich. Contraceptiva nehmen 13.33 % des Kollektivs, Sedative 27.33 %, Stimulantien 40 % und Vitaminpräparate 4 % werden in den meisten Fällen von Dialysepatienten eingenommen.

Tabelle 3:
Spezielle neurootologische Anamnese

	Variablen	Zahl	%
1.0	Schwindelsymptome		
	Schwankschwindel	66	44.00
	Liftschwindel	7	9.67
	Drehgefühl rechts	27	18.00
	Drehgefühl links	21	14.00
	Fallneigung rechts	17	11.33
	Fallneigung links	7	4.67
	Black out	50	33.33
	Unsicherheit	25	16.67
2.0	Vegetative Symptome		
	Schweißausbruch	44	29.33
	Übelkeit	41	27.33
	Erbrechen	22	14.67
	Kollaps	13	8.67
3.0	Ohrensymptome		
	Ohrengeräusche rechts	44	29.33
	Ohrengeräusche links	47	31.33
	Hörverminderung rechts	30	20.00
	Hörverminderung links	21	14.00
	Taubheit rechts	3	2.00
	Taubheit links	0	0.00
	Zustand n. Ohrop. rechts	3	2.00
	Zustand n. Ohrop. links	1	0.67
	Otosklerose	1	0.67
4.0	Schwindelauslösung		
	Kopfdrehen rechts	16	10.67
	Kopfdrehen links	16	10.67
	Bücken	37	24.67

	Variablen	Zahl	%
	Aufstehen	72	48.00
	Seitenblick rechts	10	6.67
	Seitenblick links	10	6.67
5.0	Bewegungskrankheiten		
	Kinetose Flugzeug	5	3.33
	Kinetose Schiff	3	2.00
	Kinetose Bahn	1	0.67
	Kinetose Auto	0	0.00
	Kinetose sonst. 1	0	0.00
	Kinetose sonst. 2	0	0.00
6.0	Dauer der Beschwerden		
	B Stunden	0	0.00
	B Tagen	2	1.33
	B Wochen	11	7.33
	B Monaten	26	17.33
	B Jahren	58	38.67
	B Jahrzehnten	7	4.67
7.0	Dauer des Anfalls		
	D 1-2 Sekunden	47	31.33
	D Minuten	44	29.33
	D Stunden	8	5.33
	D Tagen	2	1.33
	D Wochen	1	0.67
	D Monaten	0	0.00
	D Jahren	13	8.67
	Lang gleichmäßig	8	5.33
	Lang auf und ab	0	0.00
8.0	Sehstörungen		
	Unschärfe	91	60.67

	Variablen	Zahl	%
	Doppelbilder	12	8.00
	Flimmern	4	2.67
	Blindheit rechts	3	2.00
	Blindheit links	1	0.67
9.0	Geruchsstörungen		
	Anosmie rechts	1	0.67
	Anosmie links	1	0.67
	Parosmie rechts	3	2.00
	Parosmie links	3	2.00
10.0	Trigeminuszeichen		
	Trigeminuszeichen rechts	1	0.67
	Trigeminuszeichen links	0	0.00
11.0	Facialisparese		
	Facialisparese peripher rechts	1	0.67
	Facialisparese peripher links	1	0.67
	Facialisparese zentral rechts	0	0.00
	Facialisparese zentral links	1	0.67
12.0	Geschmacksstörungen		
	Ageusie rechts	4	2.67
	Ageusie links	2	1.33
	Parageusie rechts	4	2.67
	Parageusie links	3	2.00
13.0	Trauma vor		
	Wochen	19	12.67
	Monaten	11	7.33
	Jahren	9	6.00
	Jahrzehnten	3	2.00

	Variablen	Zahl	%
14.0	Neurologische Leiden		
	Neurol. Leiden vorhanden	15	10.00
15.0	Diabetes mellitus		
	Diabetes vorhanden	13	8.67
16.0	Herz Kreislauf Leiden		
	Hypertonus	31	20.67
	Hypotonus	54	36.00
	Arteriosklerose	0	0.00
	Herzinsuffizienz	23	15.33
	Herzinfarkt im lztn. Jahr	5	3.33
	Herzinfarkt vor mehr als 1 J.	7	4.67
17.0	Nierenleiden		
	Chron. Glomerulonephritis	31	20.67
	Chron. Pyelonephritis	24	16.00
	Analgeticaniere	3	2.00
	Nierensteine	6	4.00
	Nierenop.	4	2.67
	Sonst. Nierenleiden	10	6.67
18.0	Pharmaka Genußmittel		
	Alkohol	53	35.33
	Nikotin	51	34.00
	Coffein	85	56.67
	Salicylate	1	0.67
	Streptomycin	0	0.00
	Gentamycin	0	0.00
	Contraceptiva	20	13.33
	Sedativa	41	27.33
	Vitamine	6	4.00

	Variablen	Zahl	%
	Stimulantien	60	40.00
	Sonstige	1	0.67
19.0	Dialyse seit		
	Monaten	9	6.00
	einem Jahr	17	11.33
	zwei Jahren	9	6.00
	mehr als zwei Jahren	34	22.67
20.0	Beschwerden		
	Beschwerden unverändert	51	34.00
	Beschwerden leicht gebessert	11	7.33
	Beschwerden leicht verschl.	9	6.00
	Beschwerden deutl. gebessert	23	15.33
	Beschwerden deutl. verschl.		
21.0	Sonstiges		

2. Chemogustometrische Ergebnisse

2.1 Statistik des 5-Komponenten-Geschmackstests

Im 5-Komponenten-Geschmackstest haben wir 5 semiquantitativ abgestufte Untertests vor uns. Die Ergebnisse für die Grundgeschmäcke süß, salzig, sauer, bitter sind als Säulengraphiken am Beispiel der rechten Zungenseite in den Abbildungen 4 - 8 dargestellt. Da zwischen rechter und linker Zungenseite kein statistisch signifikanter Unterschied zu ermitteln war (3 Versuchspersonen schmekken die Lösungen links stärker, 3 schwächer), begnügen wir uns im folgenden mit der Darstellung der Ergebnisse für die rechte Zungenseite (Tabelle 4).

Wie wir bereits in der Versuchsdurchführung beschrieben haben, beginnen wir im 5-Komponenten-Geschmackstest nach Claussen mit der 0.1 % Glucoselösung. Nur 2 = 1.33 % unseres gesamten Testpersonenkollektivs beschreiben diese Lösung als "süß". Für diese 2 Versuchspersonen liegt die spezifische Schwelle für den angebotenen Geschmacksstoff im Bereich dieser Konzentration. 1 Proband = 0.67 % beschreibt die Lösung als sauer, 13 = 8.67 % geben sonstige Empfindungen an. Für diese Testpersonen liegt nach Hensel die generelle bzw. unspezifische Schwelle bei dieser Konzentration.

Für "spezifische" bzw. "generelle" Schwelle (Skramlik/ Schwarz; Hensel) nehmen wir die Bezeichnungen "Haupt" bzw. "Neben"-Geschmack. Wollen wir die Anzahl der Probanden herausfinden, die überhaupt eine Wahrnehmung in diesem Konzentrationsbereich haben, müssen wir Haupt- und Nebengeschmack addieren. Wir sprechen nach Braun von einer "kombinierten Wahrnehmungsschwelle", die für die 0.1 % Glucoselösung bei 10.67 % unserer Probanden liegt.

Bei der 1.0 % Glucoselösung erkennen 20 = 19.33 % die

Substanz richtig, 19 = 12.68 % haben einen Nebengeschmack. Die kombinierte Wahrnehmungsschwelle liegt bei 32.01 %. Die spezifische Schwelle erreichen bei der 10 %igen Glucoselösung 136 = 90.67 %, 7 = 4.67 % haben einen Nebengeschmack (kombinierte Wahrnehmungsschwelle = 95.34 %). Bei 4.67 % = 7 Versuchspersonen herrscht eine Ageusie für die 10 % Glucoselösung.

Die niedrigste Konzentration der Kochsalzlösung nehmen 6 = 4 % richtig wahr. Das sind dreimal mehr als bei derselben Konzentration von Glucose. Die generelle Schwelle erreichen 11 = 7.33 %. Wir erhalten nach Addition die kombinierte Schwelle von 11.33 %.

1.0 % Kochsalzlösung erkennen 117 = 78 %, 6 = 4 % erreichen die unspezifische Schwelle. Somit erhalten wir 82 % als kombinierte Wahrnehmungsschwelle.

Bei der 10 %igen Kochsalzlösung hat ein Proband = 0.67 % eine Ageusie. 99.33 % erreichen die kombinierte Schwelle, davon 96 % die spezifische und 3.33 % die unspezifische.

Für die niedrigste Konzentration der Zitronensäurelösung erhalten wir höhere Werte. 11.33 % = 17 Versuchspersonen erreichen die spezifische Schwelle, 14 % = 21 Versuchspersonen die generelle (kombinierte Wahrnehmungsschwelle = 25.33 %).

Nur 12 % = 18 Versuchspersonen schmecken die 1.0 % Lösung überhaupt nicht; 6.67 % haben einen Nebengeschmack und 81.33 % = 122 Versuchspersonen treffen den Hauptgeschmack.

Bei 10 % Zitronensäurelösung nun haben alle 150 Probanden den erwarteten Geschmack.

0.001 Phenylthioharnstoff beschreiben 27 = 18 % als bitter, 2 = 1.34 % haben einen Nebengeschmack (kombinierte Wahrnehmungsschwelle 19.34 %).

58 % = 87 Versuchspersonen treffen den Hauptgeschmack bei 0.01 %igem PTH. 9 = 6 % haben einen Nebengeschmack. Für 64 % unserer Versuchspersonen liegt die kombinierte Wahrnehmungsschwelle bei dieser Konzentration.

23.33 % = 35 Probanden sind nun vollkommen PTH blind. Sie erkennen die 0.1 %ige PTH-Lösung, also die höchste Konzentration, überhaupt nicht; 70 % = 105 Versuchspersonen treffen den Hauptgeschmack, 6.66 % haben einen Nebengeschmack.

Die niedrigste Konzentration von Chinin schmecken bereits 22 Probanden erwartungsgemäß (14.67 %). Nur 4 = 2.67 % haben einen Nebengeschmack (kombinierte Wahrnehmungsschwelle 17.34 %).

Bei 0.01 %iger Chininlösung erreichen 84 = 56 % die spezifische Schwelle, 6 % die unspezifische (kombinierte Wahrnehmungsschwelle = 62 %).

Die höchste Konzentration der Chininlösung können nur 3.33 % = 5 Versuchspersonen nicht identifizieren. 4 = 2.66 % haben einen Nebengeschmack. 141 = 94 % erkennen diese Lösung als bitter. Wir erhalten somit die kombinierte Wahrnehmungsschwelle für 96.66 % unserer Versuchspersonen in diesem Konzentrationsbereich.

Tabelle 4: **Ergebnisse des 5-Komponenten-Geschmackstest**

GLUCOSELÖSUNG

Geschmack / Konzentr.	1	2	3	4	5	6	7	8	Ø
0.1 %	2 1.33	0 0.00	1 0.67	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	13 8.67	134 89,33
1.0 %	29 19.33	1 0.67	1 0.67	1 0.67	0 0.00	0 0.00	1 0.67	15 10.00	102 68.00
10.0 %	136 90.67	0 0.00	2 1.33	1 0.67	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 2.67	7 4.67

KOCHSALZLÖSUNG

Geschmack / Konzentr.	1	2	3	4	5	6	7	8	Ø
0.1 %	0 0.00	6 4.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	11 7.33	133 88.67

Fortsetzung - KOCHSALZLÖSUNG

Geschmack / Konzentr.	1	2	3	4	5	6	7	8	Ø
1.0 %	1 0.67	117 78.00	2 1.33	1 0.67	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 1.33	27 18.00
10.0 %	0 0.00	144 96.00	3 2.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 1.33	1 0.67

ZITRONENSÄURELÖSUNG

Geschmack / Konzentr.	1	2	3	4	5	6	7	8	Ø
0.1 %	1 0.67	3 2.00	17 11.33	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.67	16 10.67	112 74.67
1.0 %	0 0.00	3 2.00	122 81.33	4 2.67	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 2.00	18 12.00
10.0 %	0 0.00	0 0.00	150 100.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00

PHENYLTHIOHARNSTOFF

Geschmack / Konzentr.	1	2	3	4	5	6	7	8	Ø
0.001 %	0 0.00	0 0.00	1 0.67	27 18.00	1 0.67	0 0.00	0 0.00	0 0.00	121 80.67
0.01 %	0 0.00	0 0.00	0 0.00	87 58.00	7 4.67	0 0.00	0 0.00	2 1.33	54 36.00
0.1 %	0 0.00	0 0.00	0 0.00	105 70.00	8 5.33	0 0.00	0 0.00	2 1.33	35 23.33

CHININLÖSUNG

Geschmack / Konzentr.	1	2	3	4	5	6	7	8	Ø
0.001 %	0 0.00	0 0.00	0 0.00	22 14.67	0 0.00	0 0.00	0 0.00	4 2.67	124 82.67
0.01 %	1 0.67	1 0.67	2 1.33	84 56.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	5 3.33	57 38.00

Fortsetzung - CHININLÖSUNG

Geschmack / Konzentr.	1	2	3	4	5	6	7	8	Ø
0.1 %	0 0.00	2 1.33	0 0.00	141 94.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	2 1.33	5 3.33

Schlüssel:

Geschmack:

1 = süß
2 = salzig
3 = sauer
4 = bitter
5 = metallisch
6 = kalt
7 = seifig
8 = sonstige Empfindung
Ø = keine Empfindung

Konzentr. = Konzentration:

obere Zahlenreihe = absolute Patientenzahlen
untere Zahlenreihe = Patienten in % (150 = 100 %)

Abb. 4

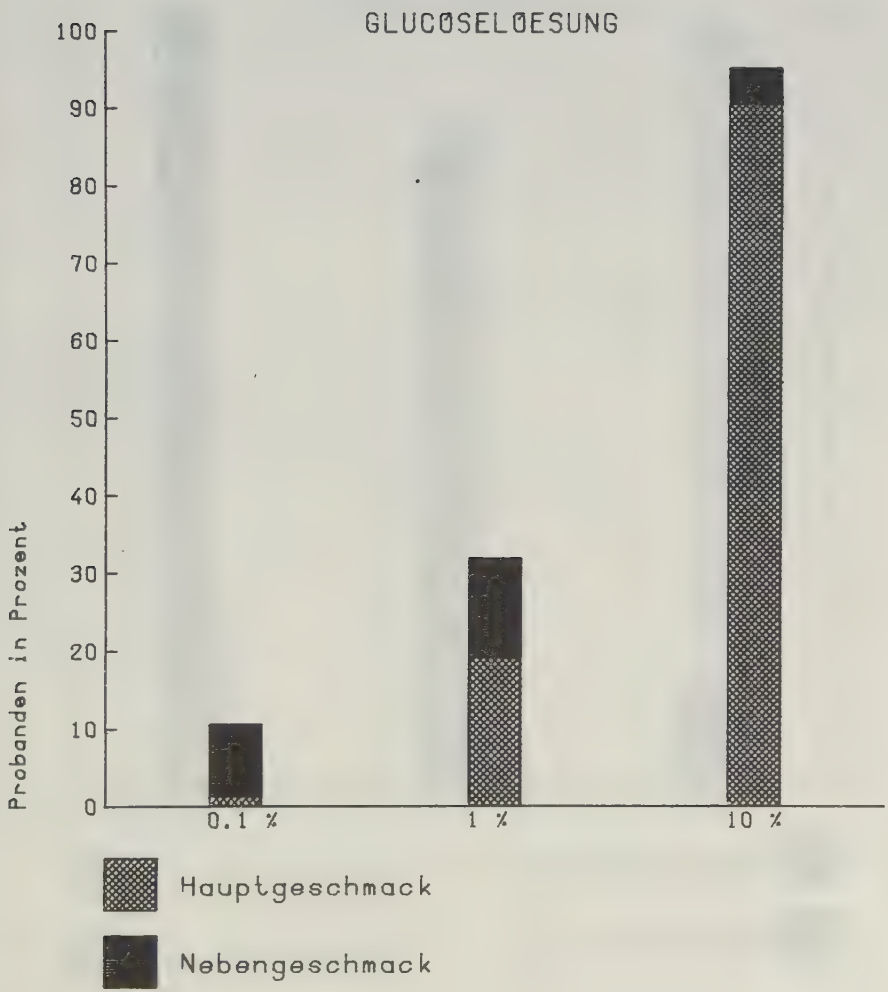

GLUCOSELOESUNG
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Probanden in Prozent
0.1 %
1 %
10 %
Hauptgeschmack
Nebengeschmack

Abb. 5

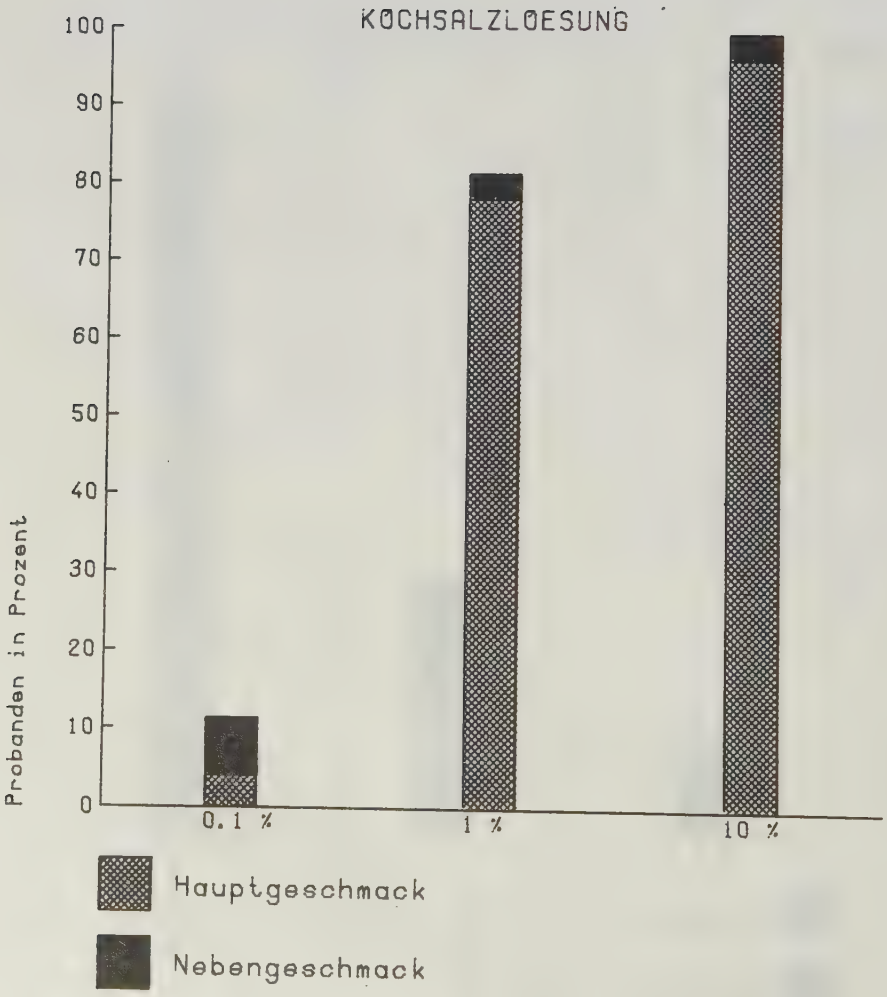

KOCHSALZLOESUNG
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Probanden in Prozent
0.1 %
1 %
10 %
Hauptgeschmack
Nebengeschmack

Abb. 6

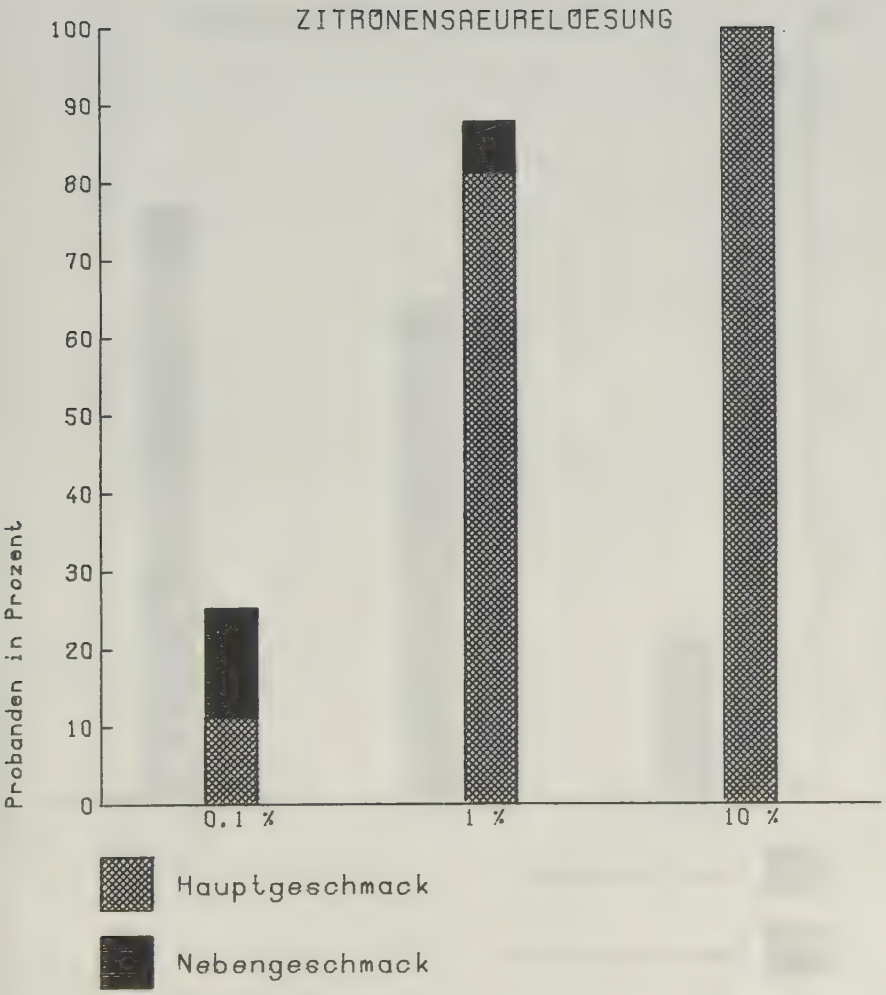

ZITRONENSAEURELOESUNG
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Probanden in Prozent
0.1 %
1 %
10 %
Hauptgeschmack
Nebengeschmack

Abb. 7

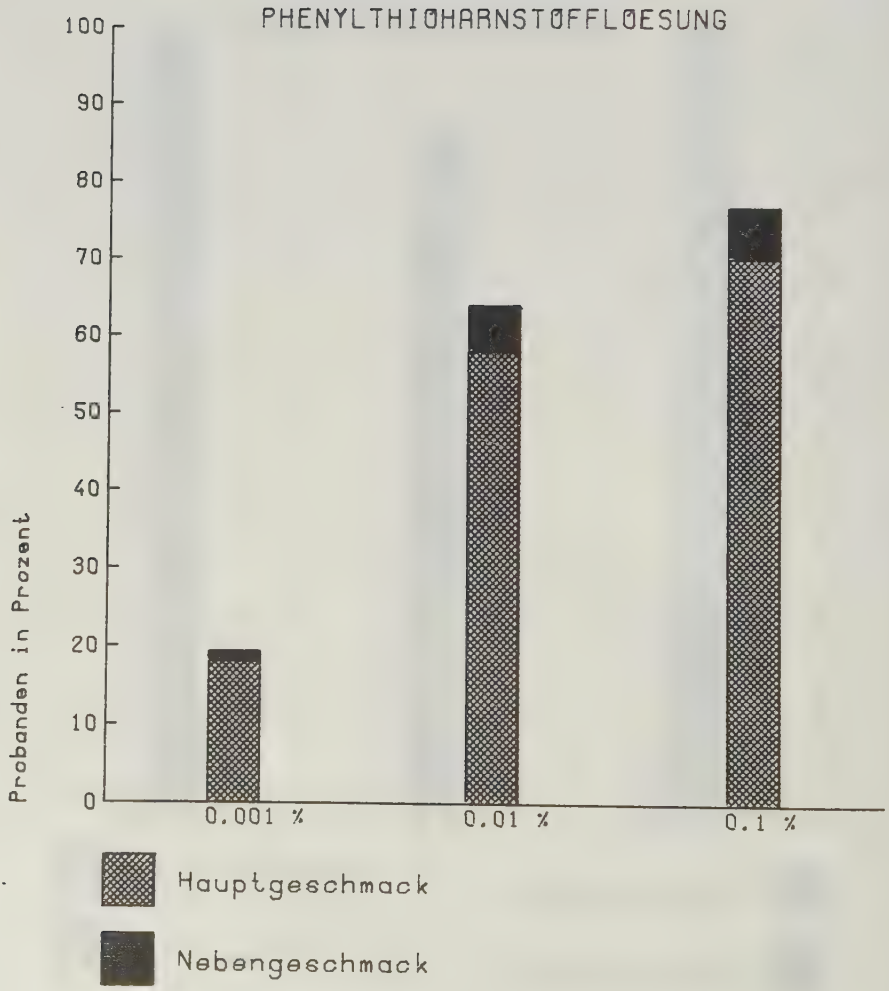
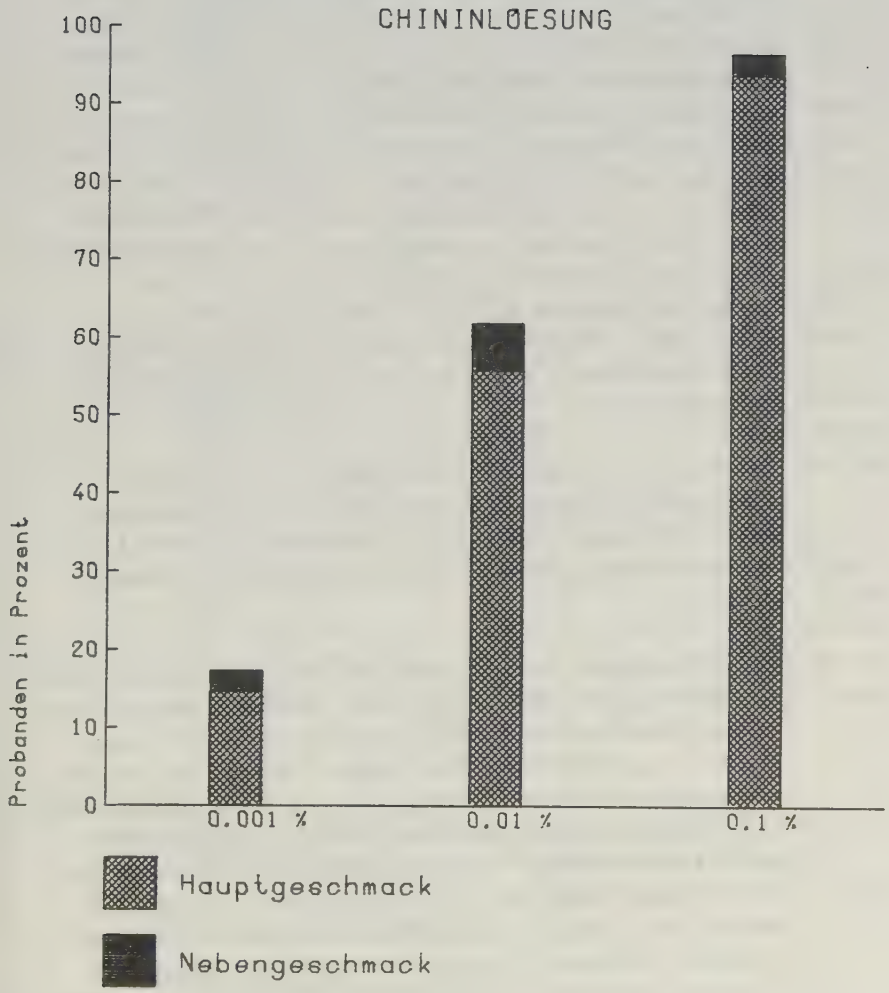

PHENYLTHIOHARNSTOFFLOESUNG
Probanden in Prozent
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.001 %
0.01 %
0.1 %
Hauptgeschmack
Nebengeschmack

Abb. 8


CHININLÖESUNG
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Probanden in Prozent
0.001 %
0.01 %
0.1 %
Hauptgeschmack
Nebengeschmack

2.2 Statistik des 5-Komponenten-Geschmackstest mit simultaner Gabe von 0.04 %igem l-Menthol:

Der 5-Komponenten-Geschmackstest plus 0.04 %igem l-Menthol wird analog dem Grundverfahren durchgeführt. Die Probanden unterscheiden auch hier deutlich zwischen den Geschmacksqualitäten. In den meisten Untertests taucht jetzt jedoch eine zusätzliche Dimension des Geschmackserlebens auf: "kalt", die im Grundverfahren von keiner Versuchsperson beschrieben wurde (siehe Tabelle 5). Bei der mit l-Menthol gemischten 0.1 %igen Glucoselösung hat nur ein Proband das Geschmackserlebnis "süß". Einer gibt die Kategorie "sauer" an. Somit erreichen wir eine kombinierte Wahrnehmungsschwelle für diese Lösung von nur 1.33 %, was deutlich unter derjenigen des reinen Geschmackstests liegt. Die Zahlen beziehen sich auch in diesen Ausführungen auf die rechte Zungenseite, da zwischen beiden Zungenhälften kein statistisch signifikanter Unterschied in Bezug auf die Wahrnehmungsschwelle besteht.

Auch bei der 1.0 %igen Glucoselösung plus l-Menthol müssen wir im Vergleich zum Grundtest weitaus niedrigere Schwellen konstatieren. Nur 13 Probanden = 8.67 % treffen den Hauptgeschmack. 8 = 5.33 % haben einen Nebengeschmack.

Bei der höchsten Konzentration schließlich erkennen zwar 118 Versuchspersonen = 78.67 % den Geschmack süß richtig, jedoch liegt auch hier die spezifische Schwelle signifikant unter derjenigen des Grundverfahrens. Ca. 4 % der Probanden geben einen Nebengeschmack an. Wir erhalten hier eine kombinierte Wahrnehmungsschwelle von ca. 82.67 %. Bei allen Untertests in diesem gemischten Verfahren ist für die Empfindung kalt, so auch bei den 3 Glucoselösungen plus l-Menthol, eine sehr hohe Sensibilität festzustellen. Während in den zwei niedrigsten Konzentrationen zwischen 94.67 % und 96 % der Probanden die Emp-

findung kalt haben, geben in der höchsten Konzentration nur noch 88.66 % diese Wahrnehmung an.

Bei der Kochsalzlösung mit l-Menthol können wir nur die ersten beiden Testsubstanzen vergleichen (siehe Versuchsdurchführung: keine chemische Verbindung der 10 %-igen Na Cl-Lösung mit 0.04 %igem l-Menthol möglich). Bei der niedrigsten Konzentration zeichnet sich eine interessante Erhöhung der spezifischen Schwelle im Vergleich zum Grundverfahren ab. Doppelt so viele Probanden, nämlich 13 = 8.67 %, erreichen die absolute Schwelle. 6 % haben einen Nebengeschmack, wovon 6 bitter angeben, zwei "sauer" und ein Proband "süß".

Bei der nächsten Konzentration ist das Geschmackserleben nur leicht angestiegen und zwar von 78 % auf 81.33 % des Probandengutes. Insgesamt haben bei dieser Konzentration 87.33 % ein Geschmackserlebnis (kombinierte Schwelle). Beim Kälteempfinden tritt auch hier eine fallende Tendenz auf. Während 90.67 % bei der niedrigsten Konzentration die Beschreibung "kalt" angaben, sind es in der nächst-höheren nur noch 85.99 %. Noch viel auffälliger ist der Vergleich der Kälteempfindung in den verschiedenen Konzentrationen bei der Zitronensäurelösung. Von ca. 90 % in den beiden ersten Substanzen geht die Wahrnehmung kalt auf ca. 50 % in der 1.0 % Konzentration zurück. Nur noch 77 Probanden empfinden bei der 10 %igen Zitronensäurelösung plus l-Menthol die Lösung als kalt. 147 = 98 % nehmen sie als sauer wahr. 1.34 % haben einen anderen Nebengeschmack.

Die 1.0 % Zitronensäurelösung plus l-Menthol weist annähernd dieselben Werte auf wie im Grundverfahren. 83.33 % verknüpfen ihr Erlebnis mit dem Begriff "sauer", 2 = 1.33 % mit "salzig".

In der niedrigsten Konzentration fällt wieder ein geringer Anstieg der spezifischen Schwelle auf (11.33 % :

15.33 %), während die kombinierte Wahrnehmungsschwelle im reinen Geschmackstest höher liegt (25.34 % : 18.66 %).

Bei den Bitterschmeckstoffen finden wir die erstaunlichsten Ergebnisse vor. Wir können bei allen Konzentrationen der beiden Lösungen eine Senkung der Grundgeschmacksschwelle ableiten.

Bei den ersten beiden Konzentrationen der PTH plus l-Menthol-Substanz steigt die Wahrnehmung um ca. 3 %, bei der höchsten Konzentration um 11 % (18 % : 20.67 %; 58 % : 61.33 %; 70 % : 81.33 %). Wir gehen im Kapitel Einzelkasuistik sowie in der Diskussion der Ergebnisse noch einmal auf das Phänomen ein, daß sogenannte PTH-Blinde im Versuch mit l-Menthol plötzlich das Geschmackserlebnis bitter hatten.

Bei der Kälteempfindung provoziert durch l-Menthol ist wiederum eine rapide Abnahme der Kältesensationen von der niedrigsten zur höchsten Konzentration zu beobachten (84.67 % : 80.67 % : 48.67 %).

Die Anzahl der Nebengeschmäcke (0.001 % Konzentration : 2.oo %; 0.01 % Konzentration : 6.67 %; 0.1 % Konzentration : 8.oo %) liegt im Normbereich.

Eine noch ausgeprägtere Senkung der Schwelle für "bitter" sehen wir in den 3 Untertests mit Chinin + l-Menthol. Bei der 0.001 %igen Lösung steigt die Rate von 14.67 % im Grundverfahren auf 32.67 % im gemischten Verfahren.

In der nächsten Konzentration nimmt sie ebenfalls um ca. 18 % zu (56.o % : 74.67 %).

Eine relative Zunahme läßt sich bei der 0.1 %igen Mischung konstatieren. Während im Grundverfahren 141 Probanden den Geschmack bitter angaben, sind es jetzt 145.

Nebengeschmäcke treten in allen 3 Konzentrationen nur geringfügig auf (1.33 %; 3.33 %; 0.67 %).

Bei den Kältesensationen haben wir einen ebenfalls eklatanten Abfall von der niedrigsten zur höchsten Konzentration zu verzeichnen (84.67 % : 81.33 % : 48.67 %).

Tabelle 5: Ergebnisse des 5-Komponenten-Geschmackstest plus 0.04 %igem l-Menthol

GLUCOSELÖSUNG mit 0,04 l-Menthol

Geschmack / Konzentr.	1	2	3	4	5	6	7	8	Ø
0.1 %	1 0.67	0 0.00	1 0.67	0 0.00	0 0.00	142 (1) 94.67	0 0.00	0 0.00	7 4.67
1.0 %	13 8.67	0 0.00	2 1.33	5 3.33	1 0.67	144 (18) 96.00	0 0.00	0 0.00	3 2.00
10.0 %	118 78.67	0 0.00	2 1.33	1 0.67	0 0.00	133 (107) 88.66	0 0.00	1 0.67	2 1.33

KOCHSALZLÖSUNG mit 0,04 l-Menthol

Geschmack / Konzentr.	1	2	3	4	5	6	7	8	Ø
0.1 %	1 0.67	13 8.67	2 1.33	6 4.00	0 0.00	136 (18) 90.67	0 0.00	0 0.00	10 6.67

Fortsetzung - KOCHSALZLÖSUNG mit 0,04 l-Menthol

Geschmack / Konzentr.	1	2	3	4	5	6	7	8	Ø
1.0 %	2 1.33	122 81.33	2 1.33	4 2.67	1 0.67	129 (112) 85.99	0 0.00	0 0.00	1 0.67
10.0 %									

ZITRONENSÄURELÖSUNG mit 0,04 l-Menthol

Geschmack / Konzentr.	1	2	3	4	5	6	7	8	Ø
0.1 %	0 0.00	2 1.33	23 15.33	3 2.00	0 0.00	134 (24) 89.33	0 0.00	0 0.00	12 8.00
1.0 %	0 0.00	2 1.33	125 83.33	0 0.00	0 0.00	138 (120) 92.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00
10.0 %	0 0.00	1 0.67	147 98.00	1 0.67	0 0.00	77 (70) 51.33	0 0.00	0 0.00	0 0.00

PHENYLTHIOHARNSTOFF mit 0,04 l-Menthol

Geschmack / Konzentr.	1	2	3	4	5	6	7	8	Ø
0.001 %	0 0.00	1 0.67	1 0.67	31 20.67	0 0.00	110 (24) 84.67	0 0.00	1 0.67	13 8.67
0.01 %	0 0.00	1 0.67	1 0.67	92 61.33	8 5.33	121 (78) 80.67	0 0.00	0 0.00	5 3.33
0.1 %	1 0.67	1 0.67	2 1.33	122 81.33	8 5.33	73 (58) 48.67	0 0.00	0 0.00	2 1.33

CHININLÖSUNG mit 0,04 l-Menthol

Geschmack / Konzentr.	1	2	3	4	5	6	7	8	Ø
0.001 %	0 0.00	0 0.00	2 1.33	49 32.67	0 0.00	127 (42) 84.67	0 0.00	0 0.00	14 9.33

Fortsetzung - CHININLÖSUNG mit 0,04 l-Menthol

Geschmack / Konzentr.	1	2	3	4	5	6	7	8	Ø
0.01 %	0 0.00	0 0.00	5 3.33	112 74.67	0 0.00	122 (94) 81.33	0 0.00	0 0.00	5 3.33
0.1 %	1 0.67	0 0.00	0 0.00	145 96.67	0 0.00	73 (70) 48.67	0 0.00	0 0.00	1 0.67

Schlüssel:

Geschmack:

1 = süß
2 = salzig
3 = sauer
4 = bitter
5 = metallisch
6 = kalt
7 = seifig
8 = sonstige Empfindung
Ø = keine Empfindung

Konzentr. = Konzentration:

obere Zahlenreihe = absolute Patientenzahlen
(..) = Mischempfindung: kalt + Geschmack

untere Zahlenreihe = Patienten in % (150 = 100 %)

Abb. 9

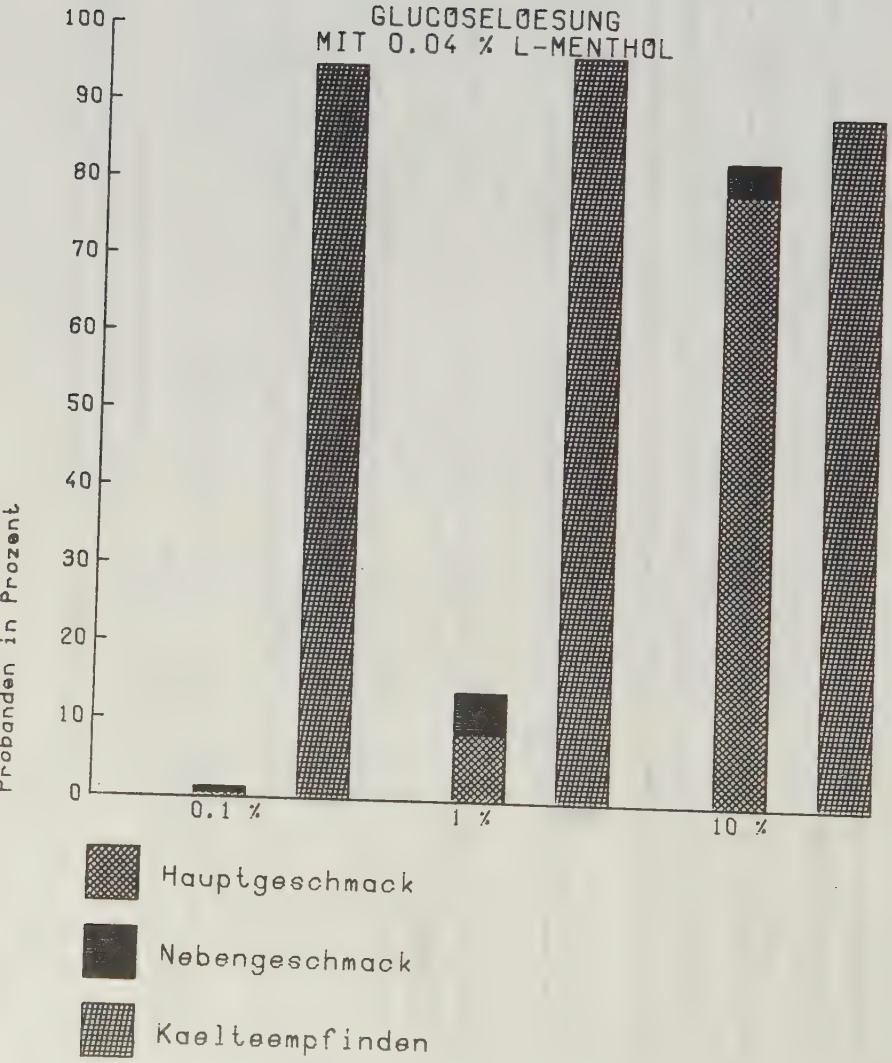

GLUCOSELOESUNG
MIT 0.04 % L-MENTHOL
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Probanden in Prozent
0.1 %
1 %
10 %
Hauptgeschmack
Nebengeschmack
Kaelteempfinden

Abb. 10

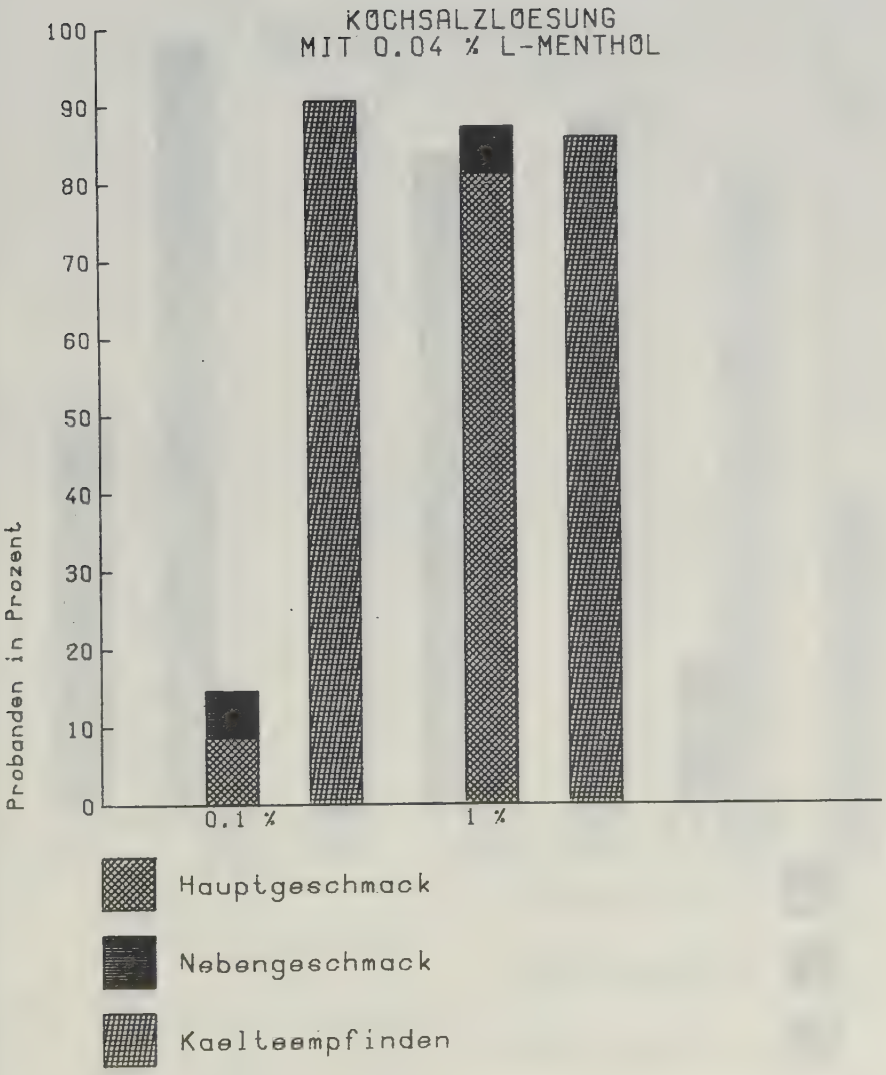

KOCHSALZLOESUNG
MIT 0.04 % L-MENTHOL
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Probanden in Prozent
0.1 %
1 %
Hauptgeschmack
Nebengeschmack
Kaelteempfinden

Abb. 11

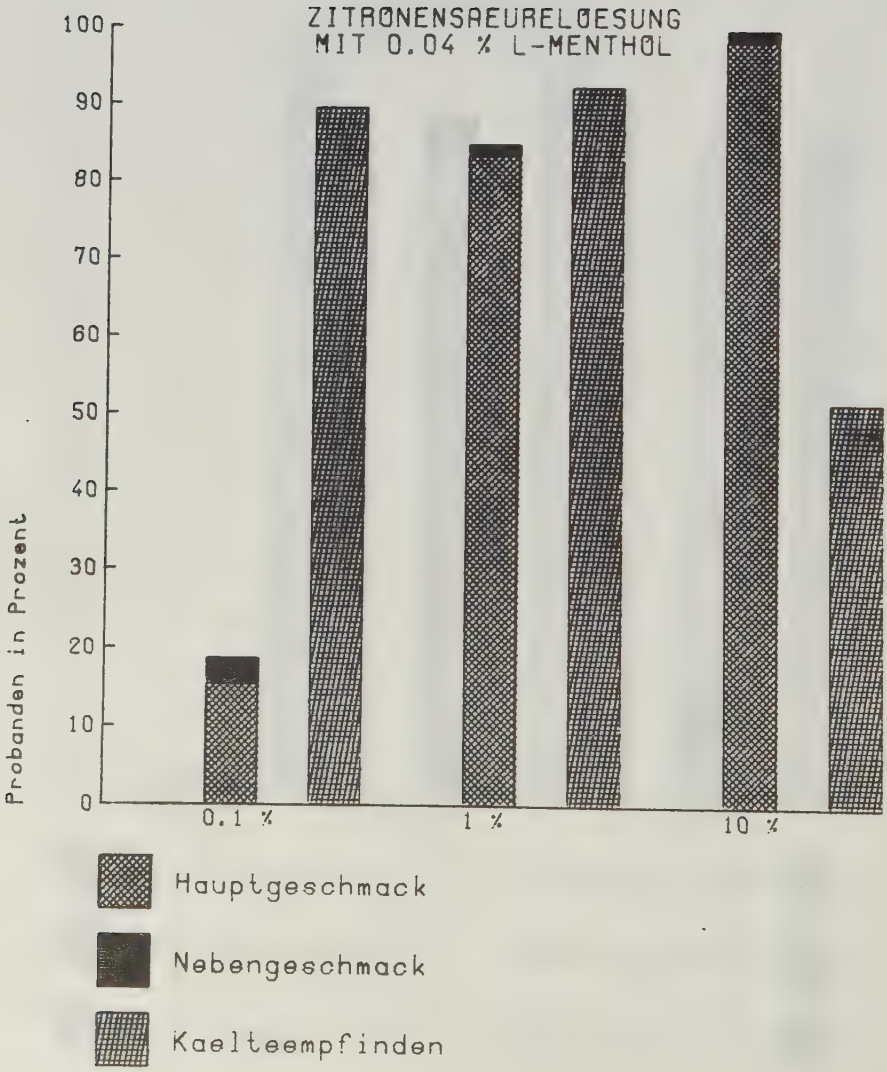

ZITRONENSAEURELOESUNG
MIT 0.04 % L-MENTHOL
Probanden in Prozent
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.1 %
1 %
10 %
Hauptgeschmack
Nebengeschmack
Kaelteempfinden

Abb. 12

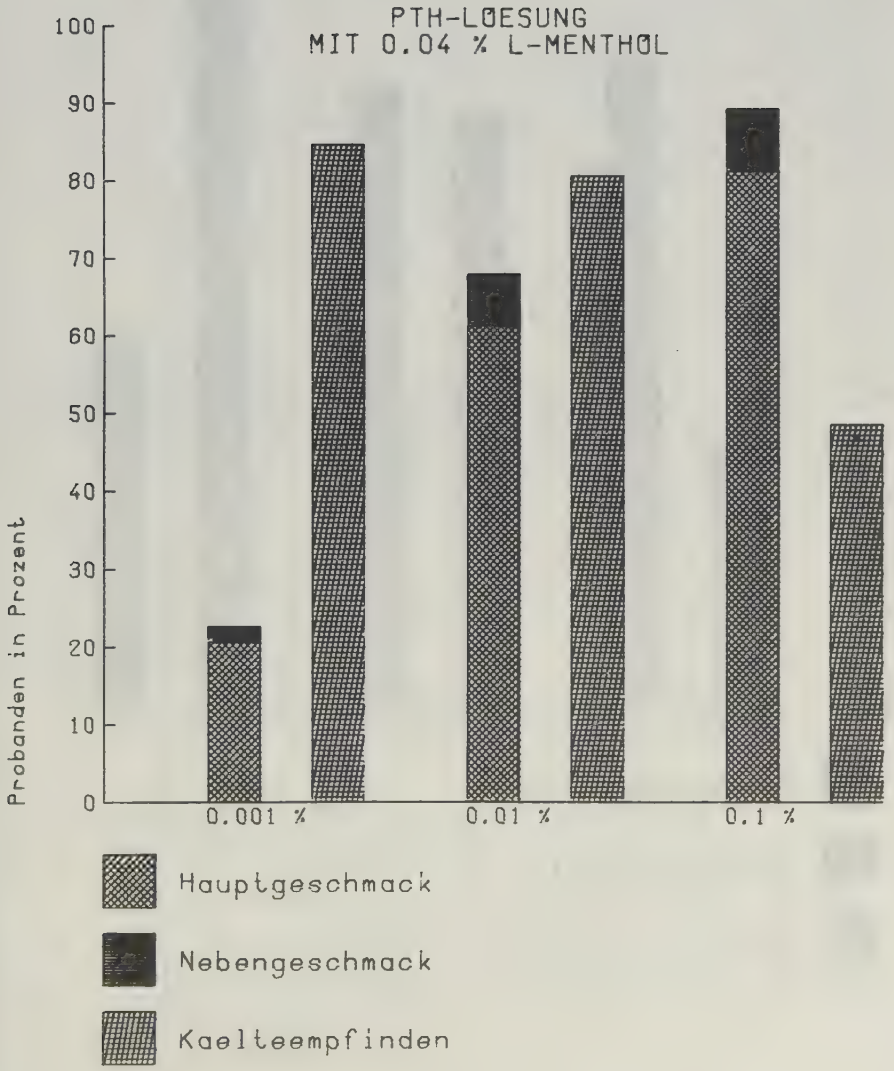

PTH-LØESUNG
MIT 0.04 % L-MENTHØL
Probanden in Prozent
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.001 %
0.01 %
0.1 %
Hauptgeschmack
Nebengeschmack
Kaelteempfinden

Abb. 13

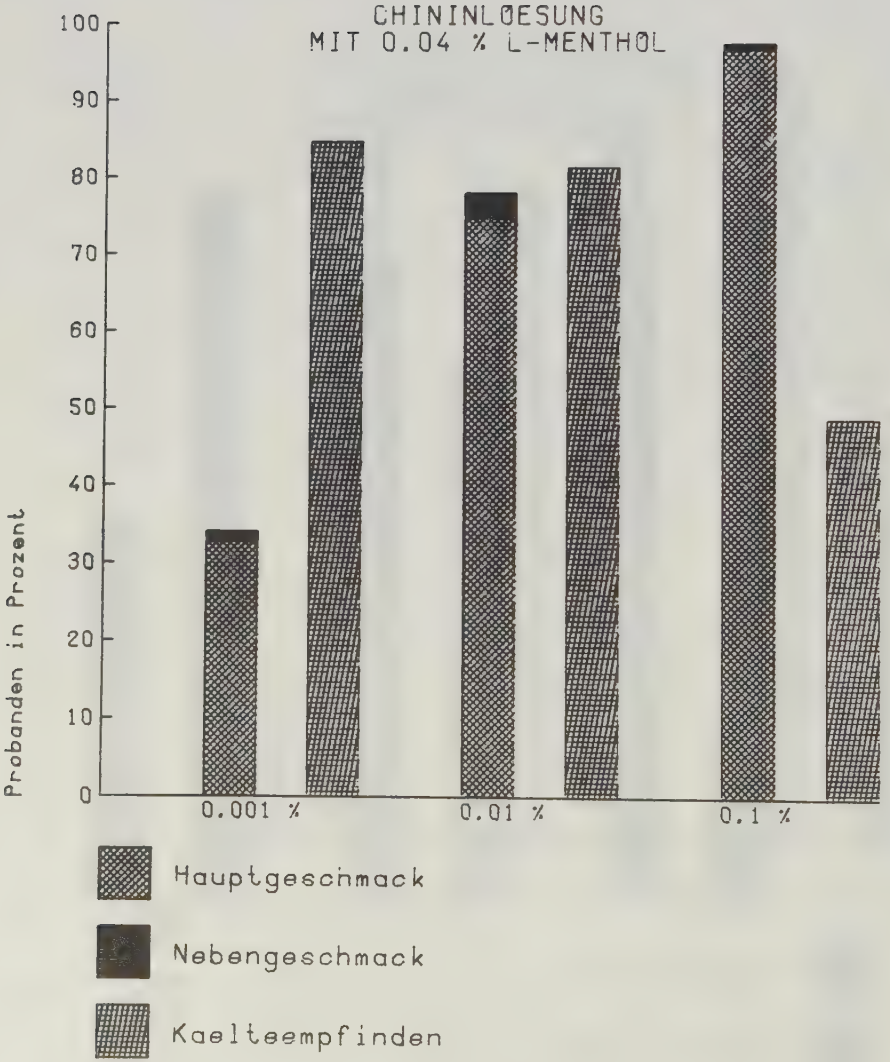

CHININLØESUNG
MIT 0.04 % L-MENTHOL
Probanden in Prozent
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.001 %
0.01 %
0.1 %
Hauptgeschmack
Nebengeschmack
Kaelteempfinden

Tabelle 6 : Prozentuale Teiltesterkennung des Gesamtkollektivs

		5-Komponenten-Geschmackstest		5-Komponenten-Geschmackstest mit 0.04 % l-Menthol	
		Zahl	%	Zahl	%
Glucose-lösung	0.1 %	2	1.33	1	0.67
	1.0 %	29	19.33	13	8.67
	10.0 %	136	90.67	118	78.67
Kochsalz-lösung	0.1 %	6	4.00	13	8.67
	1.0 %	117	78.00	122	81.33
	10.0 %	144	96.00	-	-
Zitronen-säurelösung	0.1 %	17	11.33	23	15.33
	1.0 %	122	81.33	125	83.33
	10.0 %	150	100.00	147	98.00

Fortsetzung von Tabelle 6 A

		5-Komponenten-Geschmackstest		5-Komponenten-Geschmackstest mit 0.04 % l-Menthol	
		Zahl	%	Zahl	%
PTH-Lösung	0.001 %	27	18.00	31	20.67
	0.01 %	87	58.00	92	61.33
	0.1 %	105	70.00	122	81.33
Chinin-lösung	0.001 %	22	14.67	49	32.67
	0.01 %	84	56.00	112	74.67
	0.1 %	141	94.00	145	96.67

2.3 Die Bestimmung des Schmeckleistungsindex und die prozentuale Teiltesterkennung der Versuchspersonenkollektive K1: Normalpersonen, K2: Nierenpatienten, K3: neurootologische Patienten

Da im Rahmen dieser Arbeit Aussagen über das Vorhandensein bzw. die Entwicklung einer chemisch provozierten Kälteempfindung und deren Einfluß auf die vier Grundgeschmacksrichtungen süß, salzig, sauer, bitter gemacht werden, ist es notwendig, das Geschmacksvermögen unseres Versuchspersonenkollektivs in quantitativ berechenbare und vergleichbare Größen zu überführen und in Relation zu einer Bezugsgröße zu setzen. Dies geschieht durch die Einführung des Schmeckleistungsindex, welcher eine synoptische Meßzahl darstellt.

Die Bestimmung des Schmeckleistungsindex sieht folgendermaßen aus:

Im 5-Komponenten-Geschmackstest nach Claussen werden jeder Versuchsperson 5 verschiedene Testsubstanzen in drei unterschiedlichen Konzentrationsstufen angeboten, so daß ein Proband 15 Teiltests durchlaufen muß. Jeder dieser Tests wird mit 1/15 bewertet. Hat die Versuchsperson 9 von 15 Teilversuchen erkannt, ergibt dies einen Schmeckleistungsindex von 9/15 = 0.60. Werden 6 richtige Antworten gegeben, erhalten wir den Schmeckleistungsindex 0.4.

Da bei unseren Geschmacksuntersuchungen jedoch im Verfahren mit 0.04 % l-Menthol, die 10 %ige Kochsalzlösung ausfiel, müssen wir aus Gründen der Vergleichbarkeit unserer beiden Tests auch im reinen 5-Komponenten-Geschmackstest die 10 %ige Na Cl-Lösung aussparen und setzen für jeden Teiltest 1/14 an. Erkennt ein Proband 7 Lösungen richtig, erhält er einen Schmeckleistungsindex von 0.5. Außerdem berechnen wir den Schmeckleistungsindex eines jeden Probanden für kalt. Beschreibt er 11 von 14 Lösungen im Geschmackstest mit 0.04 %igem l-Menthol entweder nur als kalt oder als kalt plus einer anderen Geschmacksrichtung, erhält er den Schmeckleistungsindex von 11/14 =

0.785. So erhalten wir von jeder unserer 150 Versuchspersonen 4 Schmeckleistungsindizes (siehe Tab. 7,8,9):

- den allgemeinen Schmeckleistungsindex im 5-Komponenten-Geschmackstest nach Claussen für die 4 Grundgeschmacksrichtungen;
- einen Schmeckleistungsindex im 5-Komponenten-Geschmackstest ohne die 10 %ige Kochsalzlösung aus Vergleichsgründen;
- den Schmeckleistungsindex im 5-Komponententest plus 0.04 % l-Menthol für die Grundgeschmäcke;
- einen Schmeckleistungsindex allein für die Sensation "kalt", bei den simultan mit Schmeckstoffen dargebotenen l-Menthol-Anteilen.

Die Tabelle 7 repräsentiert die Gruppe unseres Versuchspersonenkollektivs, die mit ihrem Schmeckleistungsindex im reinen 5-Komponenten-Geschmackstest unter dem Durchschnitt liegt; Tabelle 8 die Gruppe, die im selben Verfahren im Durchschnitt liegt und Tabelle 9 die Probanden, die überdurchschnittlich schmecken und zwar ebenfalls bezogen auf den Grundtest. Abbildung 14 und 15 zeigen graphisch die Verteilung der Schmeckleistungsindizes.

Die Zugehörigkeit der einzelnen Probanden zu den verschiedenen Versuchspersonenkollektiven (siehe S. 4f) K1 Normalpersonen, K2 Nierenpatienten, K3 neurootologische Patienten ist in Spalte 1 der Tabellen 7 - 9 dokumentiert. Die prozentuale Teiltesterkennung im 5-Komponenten-Geschmackstest und 5-Komponenten-Geschmackstest mit 0.04 %igem l-Menthol repräsentieren Tabellen 10 - 12.

Tabelle 7: Schmeckleistungsindizes der unterdurchschnittlich schmeckenden Gruppe

Kollektiv	Patient Nr.	Schmeckleistungsindizes		
		5-Komp.Test	5-Komp.Test + 0.04 % l-Menthol	kalt
K 1	4	0.286	0.429	0.857
K 1	2	0.143	0.571	0.785
K 2	52	0.214	0.357	0.714
K 2	58	0.214	0.429	0.642
K 2	80	0.286	0.357	0.857
K 2	86	0.286	0.214	0.928
K 2	88	0.286	0.357	0.928
K 2	106	0.286	0.571	0.857
K 2	108	0.286	0.000	0.928
K 2	111	0.286	0.429	0.928
K 3	122	0.286	0.429	1.000
K 3	127	0.286	0.357	1.000
K 3	128	0.286	0.429	0.785
K 3	132	0.286	0.500	0.857
K 3	136	0.214	0.214	0.857
K 3	141	0.143	0.500	0.857

Tabelle 8: Schmeckleistungsindizes der durchschnittlich schmeckenden Gruppe

Kollektiv	Patient Nr.	Schmeckleistungsindizes		
		5-Komp.Test	5-Komp.Test + 0.04 % l-Menthol	kalt
K 1	1	0.429	0.429	1.000
K 1	3	0.571	0.286	1.000
K 1	5	0.500	0.571	0.785
K 1	6	0.571	0.571	0.928
K 1	7	0.571	0.500	0.857
K 1	8	0.357	0.357	0.928
K 1	9	0.500	0.357	1.000
K 1	11	0.571	0.571	0.357
K 1	12	0.500	0.500	1.000
K 1	13	0.571	0.571	0.785
K 1	14	0.571	0.500	0.857
K 1	15	0.357	0.429	1.000
K 1	18	0.500	0.571	1.000
K 1	19	0.571	0.429	1.000
K 1	22	0.500	0.429	0.714
K 1	24	0.500	0.500	0.928
K 1	25	0.429	0.429	0.214
K 1	26	0.429	0.429	0.785
K 1	27	0.357	0.500	0.928
K 1	28	0.500	0.643	0.857
K 1	29	0.429	0.429	0.857
K 1	31	0.500	0.500	0.642
K 1	32	0.571	0.714	1.000
K 1	33	0.429	0.429	1.000
K 1	35	0.429	0.571	0.857
K 1	36	0.357	0.357	1.000
K 1	37	0.429	0.571	0.928
K 1	38	0.571	0.571	0.857
K 1	39	0.500	0.571	0.714

Kollektiv	Patient Nr.	Schmeckleistungsindizes		
		5-Komp.Test	5-Komp.Test + 0.04 % l-Menthol	kalt
K 1	40	0.357	0.571	0.714
K 1	41	0.500	0.571	0.714
K 1	42	0.500	0.500	1.000
K 1	43	0.500	0.500	0.785
K 1	44	0.571	0.571	0.714
K 1	45	0.500	0.571	0.785
K 1	47	0.429	0.643	0.857
K 1	48	0.357	0.357	0.785
K 1	49	0.429	0.643	0.714
K 1	50	0.571	0.571	1.000
K 2	51	0.500	0.500	0.857
K 2	53	0.429	0.500	0.714
K 2	54	0.429	0.500	0.785
K 2	56	0.429	0.429	0.714
K 2	59	0.429	0.214	0.857
K 2	60	0.500	0.429	0.928
K 2	61	0.571	0.500	0.857
K 2	62	0.357	0.429	0.857
K 2	63	0.571	0.357	0.785
K 2	64	0.571	0.643	0.928
K 2	66	0.571	0.357	0.857
K 2	67	0.429	0.500	1.000
K 2	69	0.357	0.286	0.857
K 2	70	0.429	0.500	0.857
K 2	71	0.500	0.500	0.857
K 2	72	0.429	0.500	0.571
K 2	76	0.571	0.643	0.428
K 2	78	0.357	0.429	1.000
K 2	79	0.429	0.429	0.928
K 2	81	0.500	0.500	0.928
K 2	84	0.429	0.571	0.642

Kollektiv	Patient Nr.	Schmeckleistungsindizes		
		5-Komp.Test	5-Komp.Test + 0.04 % l-Menthol	kalt
K 2	85	0.571	0.357	0.000
K 2	87	0.571	0.500	0.857
K 2	89	0.429	0.429	1.000
K 2	90	0.357	0.429	0.000
K 2	93	0.357	0.429	0.500
K 2	94	0.571	0.571	0.428
K 2	95	0.429	0.357	0.928
K 2	97	0.500	0.571	0.928
K 2	98	0.500	0.643	0.928
K 2	99	0.429	0.357	0.714
K 2	101	0.500	0.643	0.857
K 2	102	0.357	0.429	0.785
K 2	103	0.571	0.571	0.714
K 2	109	0.429	0.429	0.500
K 2	110	0.429	0.571	1.000
K 2	112	0.571	0.786	0.714
K 2	113	0.357	0.643	1.000
K 2	114	0.571	0.643	0.785
K 3	115	0.571	0.571	0.785
K 3	116	0.500	0.714	0.642
K 3	117	0.357	0.571	0.642
K 3	118	0.429	0.643	0.928
K 3	119	0.500	0.643	0.714
K 3	121	0.357	0.643	0.857
K 3	123	0.357	0.429	0.785
K 3	124	0.571	0.643	0.785
K 3	125	0.571	0.571	1.000
K 3	126	0.571	0.714	0.571
K 3	134	0.500	0.429	0.857
K 3	135	0.429	0.429	0.785
K 3	137	0.571	0.571	0.857
K 3	138	0.571	0.500	0.928

Kollektiv	Patient Nr.	Schmeckleistungsindizes		
		5-Komp.Test	5-Komp.Test + 0.04 % l-Menthol	kalt
K 3	139	0.357	0.357	1.000
K 3	140	0.357	0.571	0.928
K 2	143	0.429	0.500	0.571
K 2	145	0.571	0.500	0.571
K 2	146	0.500	0.643	0.714
K 2	147	0.429	0.643	0.785
K 3	148	0.429	0.500	0.857
K 3	149	0.429	0.643	0.642
K 3	150	0.357	0.643	0.785

Tabelle 9: Schmeckleistungsindizes der überdurchschnittlich schmeckenden Gruppe

Kollektiv	Patient Nr.	Schmeckleistungsindizes		
		5-Komp.Test	5-Komp.Test + 0.04 % l-Menthol	kalt
K 1	2	0.786	0.429	0.928
K 1	10	0.643	0.500	0.285
K 1	16	0.643	0.643	0.928
K 1	17	0.643	0.786	1.000
K 1	20	0.643	0.286	1.000
K 1	21	0.643	0.429	0.500
K 1	30	0.643	0.500	1.000
K 1	34	0.643	0.429	0.857
K 1	46	0.714	0.643	0.785
K 2	55	0.643	0.643	0.714
K 2	57	0.786	0.714	0.571
K 2	65	0.857	0.643	0.785
K 2	68	0.643	0.643	0.714
K 2	73	0.643	0.571	0.357
K 2	74	0.714	0.643	0.714
K 2	75	0.643	0.500	0.785
K 2	77	0.786	0.571	0.785
K 2	82	0.643	0.571	0.857
K 2	83	0.643	0.643	0.571
K 2	91	0.714	0.500	1.000
K 2	92	0.643	0.714	1.000
K 2	96	0.714	0.571	0.785
K 2	100	0.643	0.714	0.928
K 2	104	0.857	0.643	0.928
K 2	105	0.643	0.786	0.857
K 2	107	0.857	0.643	1.000
K 3	120	0.643	0.571	0.571
K 3	129	0.643	0.500	0.785
K 3	130	0.643	0.429	0.642

Kollektiv	Patient Nr.	Schmeckleistungsindizes		
		5-Komp.Test	5-Komp.Test + 0.04 % l-Menthol	kalt
K 3	131	0.643	0.571	0.785
K 3	133	0.714	0.714	0.642
K 3	142	0.786	0.643	0.714
K 2	144	0.643	0.571	0.571

Abb. 14: Verteilung der Schmeckleistungsindizes im 5-Komponenten-Geschmackstest ohne die 10 %ige Kochsalzlösung

Abb. 15: Verteilung der Schmeckleistungsindizes im 5-Komponenten-Geschmackstest + 0.04 % l-Menthol

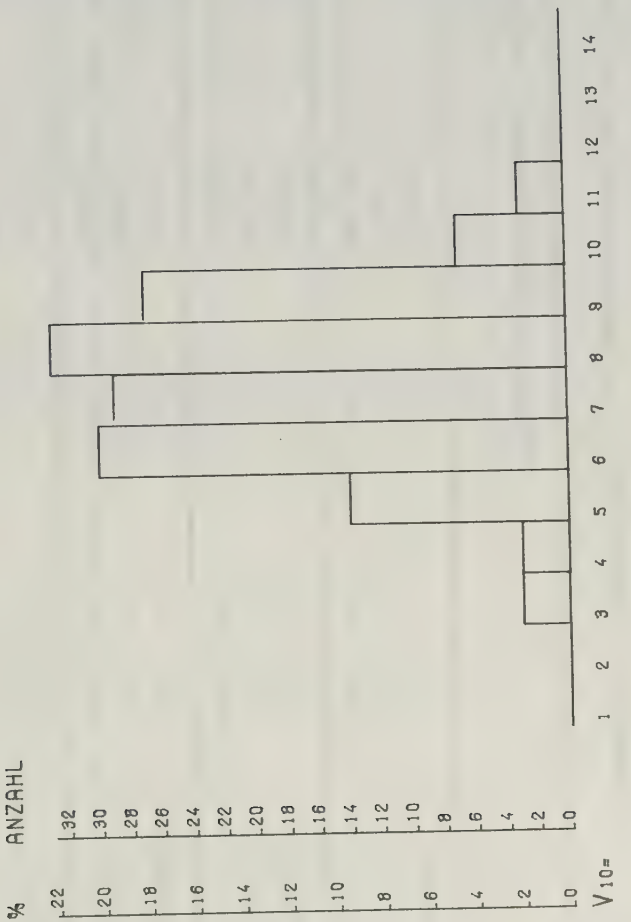


Tabelle 10 : Prozentuale Teiltesterkennung des Normalpersonenkollektivs (K 1)

			5-Komponenten Geschmackstest		5-Komponenten-Geschmackstest mit 0.04 % l-Menthol	
			Zahl	%	Zahl	%
Glucoselösung	0.1	%	2	4.oo	0	0.oo
	1.0	%	15	30.oo	4	8.oo
	10.0	%	48	96.oo	47	94.oo
Kochsalzlösung	0.1	%	4	8.oo	6	12.oo
	1.0	%	45	90.oo	44	88.oo
	10.0	%	50	100.oo	-	-
Zitronensäure-lösung	0.1	%	6	12.oo	11	22.oo
	1.0	%	44	88.oo	48	96.oo
	10.0	%	50	100.oo	49	98.oo
PTH-Lösung	0.001	%	6	12.oo	6	12.oo
	0.01	%	27	54.oo	25	50.oo
	0.1	%	29	58.oo	34	68.oo

Fortsetzung von Tabelle 10 : K 1

		5-Komponenten-Geschmackstest		5-Komponenten-Geschmackstest mit 0.04 % 1-Menthol	
		Zahl	%	Zahl	%
Chininlösung	0. 001 %	8	16.oo	16	32.oo
	0.01 %	25	50.oo	32	64.oo
	0.1 %	44	88.oo	47	94.oo

Tabelle 11 : Prozentuale Teiltesterkennung des Nierenpatientenkollektivs (K 2)

			5-Komponenten-Geschmackstest		5-Komponenten-Geschmackstest mit 0.04 % l-Menthol	
			Zahl	%	Zahl	%
Glucoselösung	0.1	%	0	0.00	0	0.00
	1.0	%	8	11.59	4	5.80
	10.0	%	59	85.51	45	65.22
Kochsalzlösung	0.1	%	2	2.90	7	10.14
	1.0	%	49	71.01	51	73.91
	10.0	%	65	94.20	-	-
Zitronensäure-lösung	0.1	%	10	14.49	9	13.04
	1.0	%	53	76.81	51	73.91
	10.0	%	69	100.00	68	98.55

Fortsetzung von Tabelle 11: K 2

		5-Komponenten-Geschmackstest		5-Komponenten-Geschmackstest mit 0.04 % l-Menthol	
		Zahl	%	Zahl	%
PTH-Lösung	0.001 %	17	24.64	17	24.64
	0.01 %	47	68.12	47	68.12
	0.1 %	55	79.71	62	89.86
Chininlösung	0.001 %	13	18.84	25	36.23
	0.01 %	43	62.32	52	75.36
	0.1 %	66	95.65	67	97.1o

Tabelle 12 : Prozentuale Teiltesterkennung des neurootologischen Patientenkollektivs (K 3)

			5-Komponenten-Geschmackstest		5-Komponenten-Geschmackstest mit 0.04 % l-Menthol	
			Zahl	%	Zahl	%
Glucoselösung	0.1	%	0	0.00	1	3.23
	1.0	%	6	19.35	5	16.13
	10.0	%	29	93.55	26	83.87
Kochsalzlösung	0.1	%	0	0.00	0	0.00
	1.0	%	23	74.19	27	87.10
	10.0	%	29	93.55	-	-
Zitronensäure-lösung	0.1	%	1	3.23	3	9.68
	1.0	%	25	80.65	26	83.87
	10.0	%	31	100.00	30	96.77

Fortsetzung von Tabelle 12 : K 3

		5- Komponenten-Geschmackstest		5-Komponenten-Geschmackstest mit 0.04 % l-Menthol	
		Zahl	%	Zahl	%
PTH-Lösung	0.001 %	4	12.9o	8	25.81
	0.01 %	13	41.94	20	64.52
	0.1 %	21	67.74	26	83.87
Chininlösung	0.001 %	1	3.23	8	25.81
	0.01 %	16	51.61	28	90.32
	0.1 %	31	100.oo	31	100.oo

3. Statistik der elektrogustometrischen Verfahren

Wie wir bereits erwähnten, reicht die Skala des Neurotestsgeräts der Firma Hartmann und Co von 0 - 20 mA. In Wirklichkeit wird mit diesem Gerät aber die Spannung in Volt gemessen. Wir trugen die Werte zunächst in Volt ein und rechneten sie anschließend um. Dabei verwendeten wir die an einer Stichprobe standardisierten Werte von Daub.

Volt	mA
1	0.005
2	0.015
3	0.05
4	0.12
5	0.21
6	0.35
7	0.5
8	0.65
9	0.8
10	0.95
11	1.10

Da wir die Berechnungen mit linearen Volt-Werten durchführten, kann man wohl einen festen Wert für die Standardabweichung in Volt angeben, aber dieser Wert läßt sich nicht unmittelbar in mA angeben, da das Volt-mA-Verhältnis nicht linear verknüpft ist. Deshalb beschränken wir uns auf die Angabe von Mittelwerten.

Zunächst betrachten wir die Ergebnisse für 150 Versuchspersonen (siehe Abb. 16, 17). Bei der Stimulierung mit kontinuierlichem Gleichstrom liegt die durchschnittliche Schwelle für die rechte Zungenseite bei 0.19 mA, auf der linken Zungenseite bei 0.20 mA (siehe Tabelle 13).

Bei der Stimulierung mit pulsierendem Gleichstrom und

einer Impulsdauer von 100 ms machen wir eine durchschnittliche Schwelle von 0.17 mA rechts und 0.19 mA links aus.

Die Schwelle für pulsierenden Gleichstrom mit einer Impulsdauer von 10 ms liegt rechts durchschnittlich bei 0.25 mA und links bei 0.26 mA.

Bei Reizung mit Gleichstrom von einer Impulsdauer 1 ms erhalten wir eine durchschnittliche Schwelle von 0.30 mA rechts und links von 0.33 mA.

Bei der Stimulation mit Gleichstrom von der Impulsdauer 0.1 ms erhalten wir die durchschnittlich höchsten Werte von rechts 0.48 mA und links 0.50 mA.

Bei einer Stichprobe von 27 Versuchspersonen führten wir den Test sowohl vor als auch nach der Applikation des Geschmackstests mit 0.04 %igem l-Menthol durch. Die Ergebnisse sind Tabelle 14 bis 17 zu entnehmen. Die Abbildungen 16 bis 21 stellen die Werte graphisch dar.

Tabelle 13: Messung vor Geschmackstests (n = 150)

Rechteckimpuls	rechts	links
DC	0.19 mA	0.20 mA
100 ms	0.17 mA	0.19 mA
10 ms	0.25 mA	0.26 mA
1 ms	0.30 mA	0.33 mA
0.1 ms	0.48 mA	0.50 mA

Tabelle 14 : Messung vor Geschmackstests (n = 27)

Rechteckimpuls	rechts	links
DC	0.19 mA	0.20 mA
100 ms	0.12 mA	0.13 mA
10 ms	0.16 mA	0.22 mA
1 ms	0.20 mA	0.24 mA
0.1 ms	0.38 mA	0.40 mA

Tabelle 15 : Messung nach Geschmackstest und l-Menthol-gabe (n = 27)

Rechteckimpuls	rechts	links
DC	0.12 mA	0.15 mA
100 ms	0.11 mA	0.12 mA
10 ms	0.15 mA	0.17 mA
1 ms	0.20 mA	0.22 mA
0.1 ms	0.43 mA	0.45 mA

Tabelle 16 : Messung vor Geschmackstest (mA)

Kollektiv	Proband Nr.	ms / mA	Rechteckimpuls rechts					Rechteckimpuls links				
			DC	100	10	1	0.1	DC	100	10	1	0.1
K 1	5		0.05	0.05	0.05	0.05	0.8	0.05	0.05	0.05	0.05	0.8
K 1	6		0.015	0.005	0.005	0.005	0.05	0.015	0.005	0.005	0.005	0.05
K 1	7		0.65	0.21	0.21	0.21	0.65	0.65	0.21	0.21	0.21	0.65
K 1	19		0.65	0.12	0.12	0.21	0.21	0.65	0.12	0.12	0.12	0.21
K 1	45		1.10	0.5	0.8	0.8	0.8	0.05	0.015	0.05	0.12	0.65
K 1	46		0.12	0.05	0.12	0.65	0.65	0.21	0.05	0.21	0.65	0.65
K 1	47		0.015	0.12	0.21	0.8	0.95	0.015	0.12	0.21	0.8	0.95
K 1	48		0.005	0.12	0.05	0.05	0.21	0.005	0.015	0.12	0.12	0.21
K 1	49		0.05	0.21	0.8	0.65	1.10	0.12	0.21	0.65	0.65	1.10
K 2	51		0.015	0.005	0.015	0.015	0.005	0.015	0.005	0.015	0.015	0.015
K 2	52		0.12	0.21	0.65	0.21	0.21	0.005	0.005	0.05	0.12	0.12
K 2	53		0.65	0.21	0.65	0.65	0.65	0.65	0.12	0.21	0.65	0.65
K 2	75		0.5	0.5	0.5	0.12	0.8	0.5	0.005	0.005	0.12	0.8
K 2	76		0.05	0.05	0.65	0.015	0.015	0.05	0.05	0.015	0.05	0.21
K 2	77		0.015	0.015	0.005	0.005	0.005	0.015	0.015	0.015	0.005	0.005
K 2	78		0.005	0.005	0.015	0.05	0.05	0.005	0.005	0.005	0.015	0.65
K 2	93		0.015	0.015	0.015	0.05	0.8	0.05	0.015	0.015	0.12	0.8
K 2	94		0.12	0.12	0.005	0.12	0.12	0.12	0.05	0.12	0.05	0.12
K 2	96		0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.005	0.015	0.015	0.015	0.05

Fortsetzung von Tabelle 16 : Messung vor Geschmackstest (mA)

Kollektiv	Proband Nr.	ms / mA	Rechteckimpuls rechts DC	100	10	1	0.1	Rechteckimpuls links DC	100	10	1	0.1
K 2	143		0.21	0.05	0.12	0.05	0.05	0.05	0.05	0.12	0.05	0.12
K 2	144		0.5	0.65	0.015	0.21	0.8	0.8	0.05	0.65	0.21	0.8
K 3	145		0.005	0.005	0.05	0.005	0.21	0.005	0.005	0.005	0.005	0.015
K 3	129		0.05	0.05	0.65	0.65	1.10	0.05	0.05	0.05	0.65	0.95
K 3	130		0.65	0.05	0.005	0.12	0.12	0.65	0.05	0.12	0.12	0.21
K 3	133		0.015	0.05	0.05	0.21	0.21	0.015	0.05	0.12	0.12	0.21
K 3	136		0.015	0.015	0.12	0.05	0.05	0.015	0.015	0.015	0.05	0.12
K 3	139		0.005	0.005	0.05	0.12	0.12	0.005	0.005	0.015	0.12	0.12

Tabelle 17 : Messung nach Geschmackstest (mA)

Kollektiv	Proband Nr.	ms / mA	Rechteckimpuls rechts					Rechteckimpuls links				
			DC	100	10	1	0.1	DC	100	10	1	0.1
K 1	5		0.05	0.12	0.12	0.12	0.8	0.05	0.12	0.12	0.12	0.8
K 1	6		0.005	0.005	0.005	0.015	0.21	0.005	0.005	0.005	0.015	0.21
K 1	7		0.35	0.12	0.21	0.21	0.65	0.21	0.12	0.21	0.21	0.65
K 1	19		0.65	0.21	0.21	0.65	0.8	0.65	0.21	0.21	0.65	0.8
K 1	45		0.65	0.21	0.65	0.8	0.95	0.65	0.05	0.05	0.21	0.8
K 1	46		0.015	0.05	0.12	0.21	0.8	0.015	0.12	0.21	0.21	0.8
K 1	47		0.005	0.05	0.12	0.65	0.8	0.005	0.05	0.12	0.65	0.8
K 1	48		0.005	0.12	0.12	0.12	0.65	0.005	0.015	0.12	0.12	0.65
K 1	49		0.015	0.65	0.8	0.8	0.95	0.12	0.65	0.8	0.8	0.95
K 2	51		0.015	0.005	0.005	0.005	0.005	0.015	0.005	0.005	0.005	0.005
K 2	52		0.12	0.12	0.12	0.21	0.35	0.005	0.015	0.015	0.015	0.12
K 2	53		0.65	0.5	0.65	0.65	0.35	0.65	0.5	0.65	0.65	0.35
K 2	75		0.5	0.5	0.5	0.95	0.12	0.5	0.5	0.5	0.95	0.12
K 2	76		0.35	0.05	0.05	0.05	0.21	0.35	0.05	0.05	0.05	0.21
K 2	77		0.005	0.015	0.015	0.005	0.005	0.015	0.015	0.005	0.005	0.005
K 2	78		0.005	0.005	0.005	0.05	0.8	0.005	0.005	0.005	0.015	0.8
K 2	93		0.12	0.015	0.05	0.12	0.95	0.12	0.015	0.05	0.12	0.95
K 2	94		0.21	0.12	0.21	0.21	0.21	0.05	0.05	0.12	0.21	0.21
K 2	96		0.05	0.005	0.015	0.015	0.05	0.05	0.005	0.015	0.05	0.05

Fortsetzung von Tabelle 17 : Messung nach Geschmackstest (mA)

Kollektiv	Proband Nr.	ms / mA	Rechteckimpuls rechts DC	100	10	1	0.1	Rechteckimpuls links DC	100	10	1	0.1
K 2	143		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.015	0.05	0.05	0.05	0.05
K 2	144		0.21	0.21	0.65	0.05	0.21	0.21	0.12	0.65	0.05	0.21
K 3	145		0.05	0.005	0.005	0.005	0.005	0.05	0.005	0.005	0.005	0.005
K 3	129		0.015	0.21	0.21	0.65	0.15	0.015	0.21	0.21	0.65	0.8
K 3	130		0.8	0.05	0.12	0.21	0.21	0.8	0.05	0.12	0.12	0.65
K 3	133		0.12	0.12	0.12	0.12	0.21	0.12	0.05	0.12	0.12	0.21
K 3	136		0.005	0.015	0.12	0.65	0.95	0.005	0.015	0.12	0.65	0.95
K 3	139		0.005	0.005	0.005	0.05	0.65	0.005	0.005	0.005	0.05	0.65

Abb. 16: Rechteckimpuls Rechts (n=150)

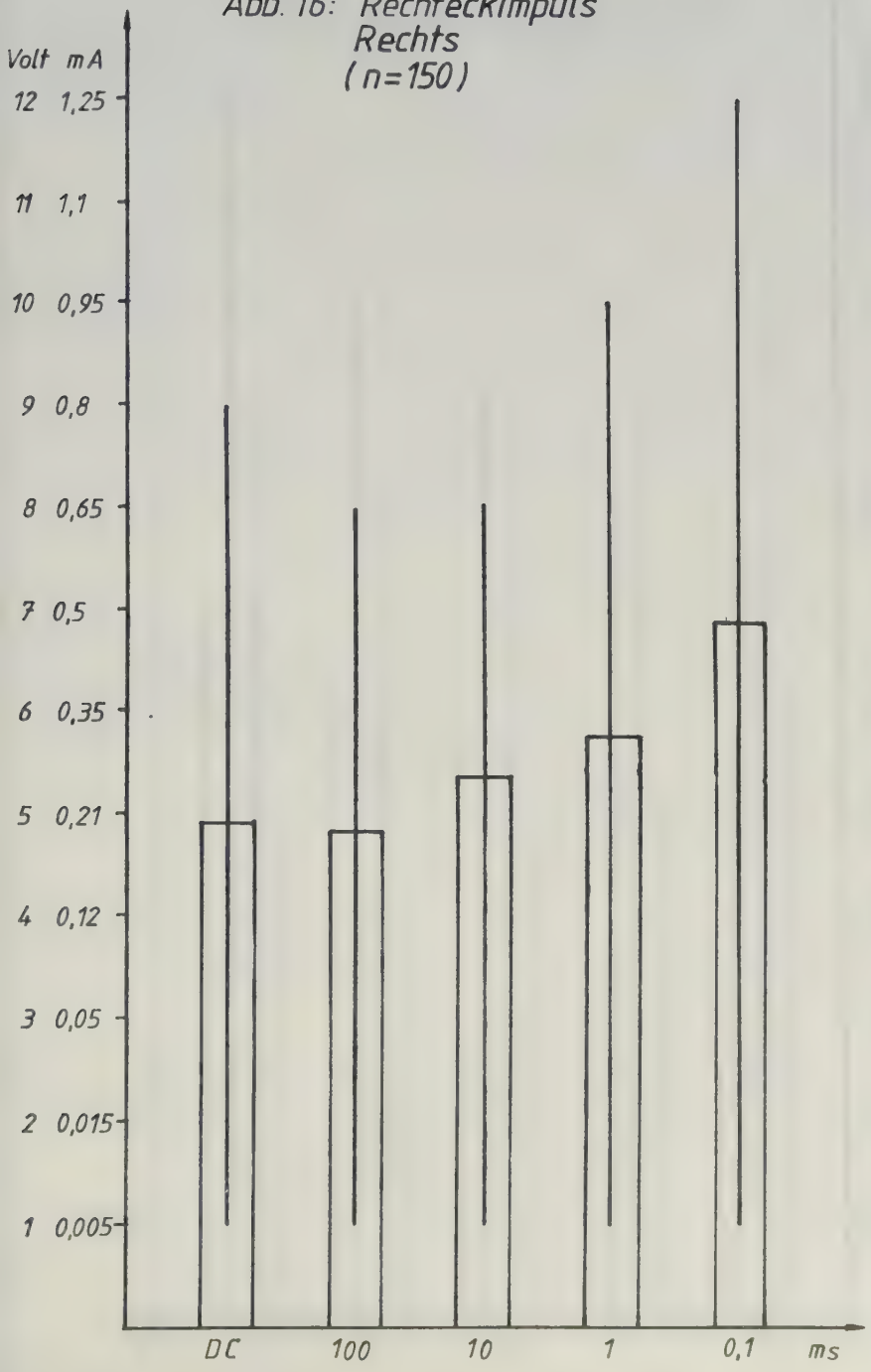


Abb. 17: Rechteckimpuls
Links
(n=150)

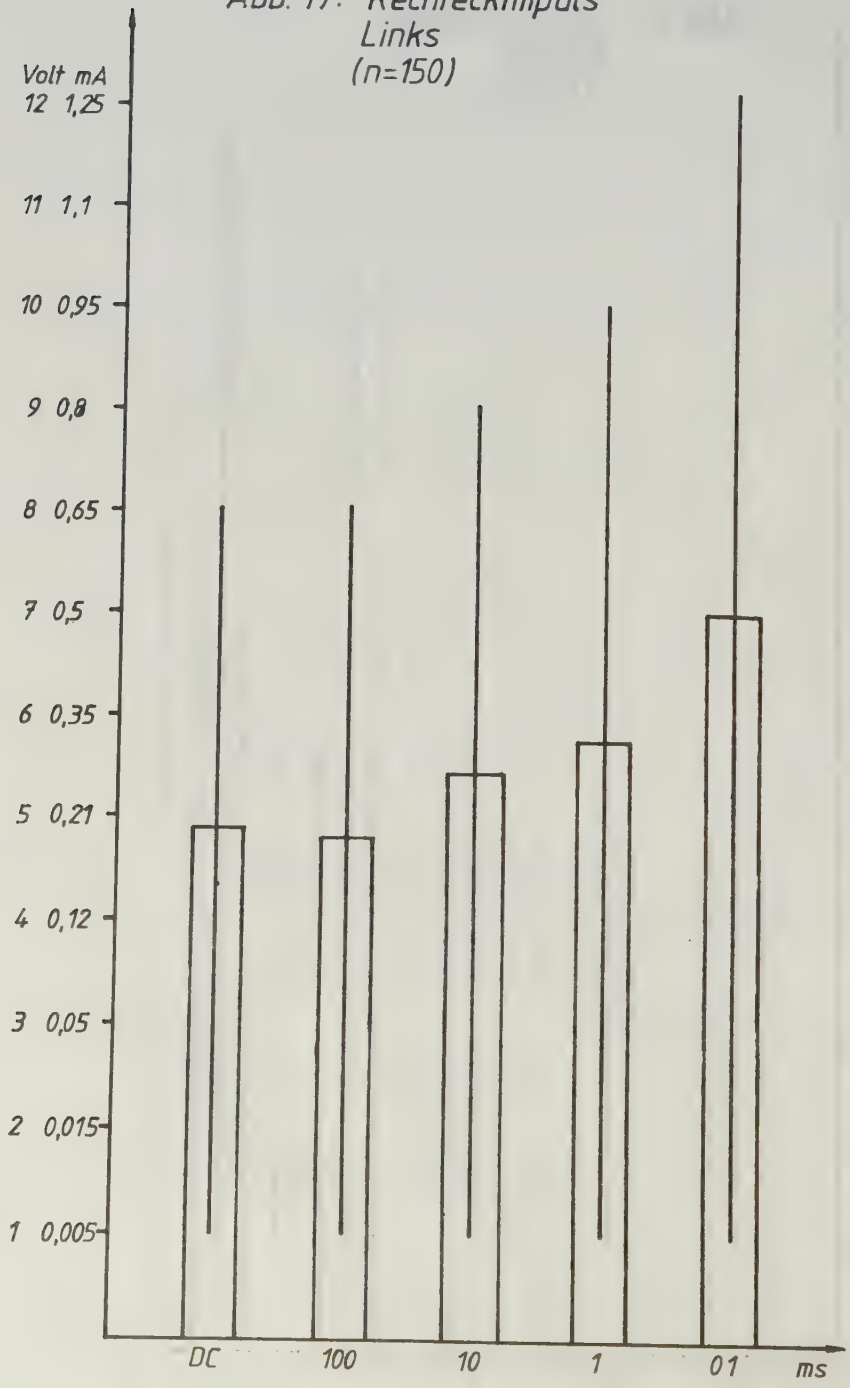


Abb. 18: Rechteckimpuls
Rechts vor l-Menthol
(n=27)

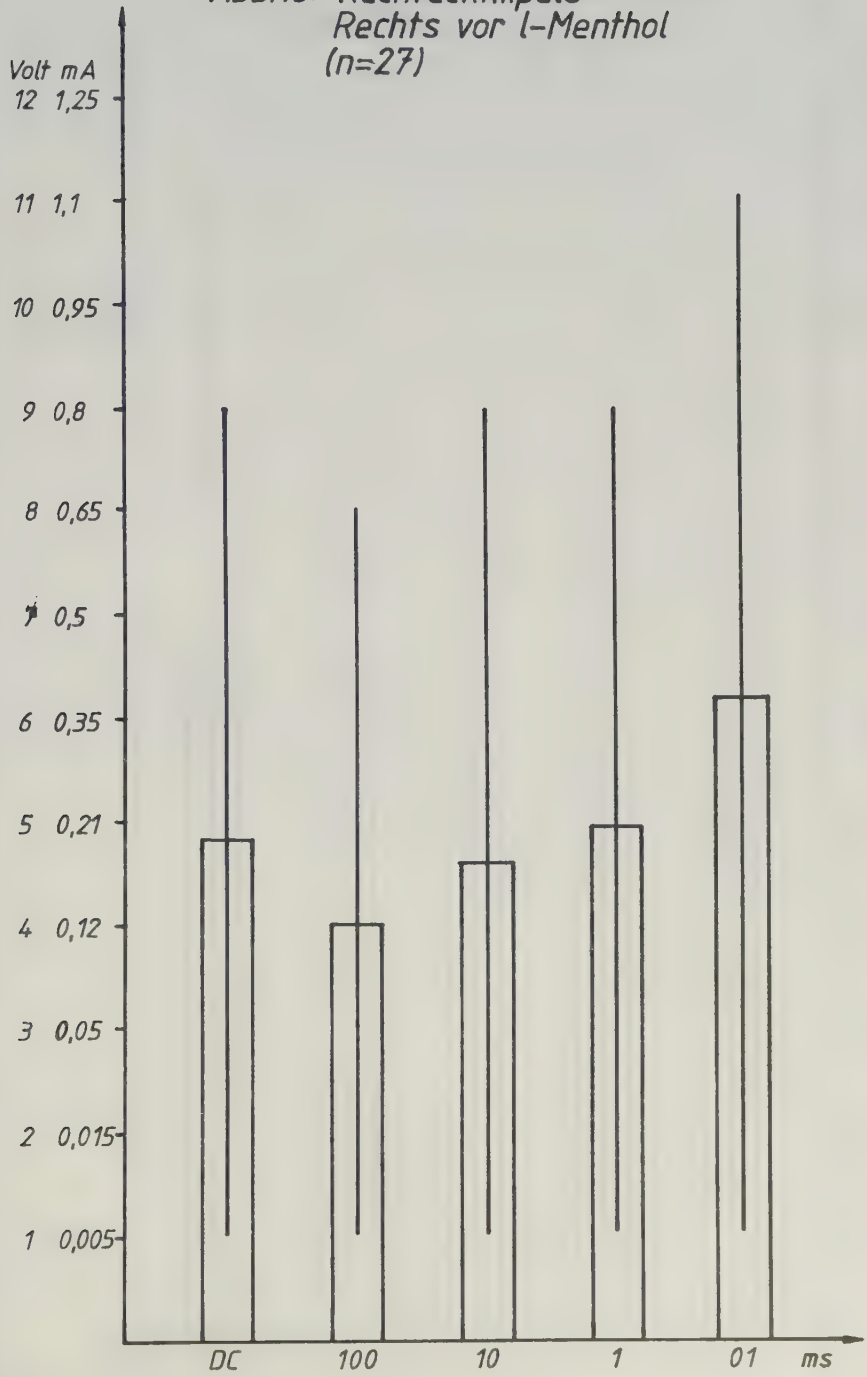


Abb.19: Rechteckimpuls
Links vor l-Menthol
(n=27)

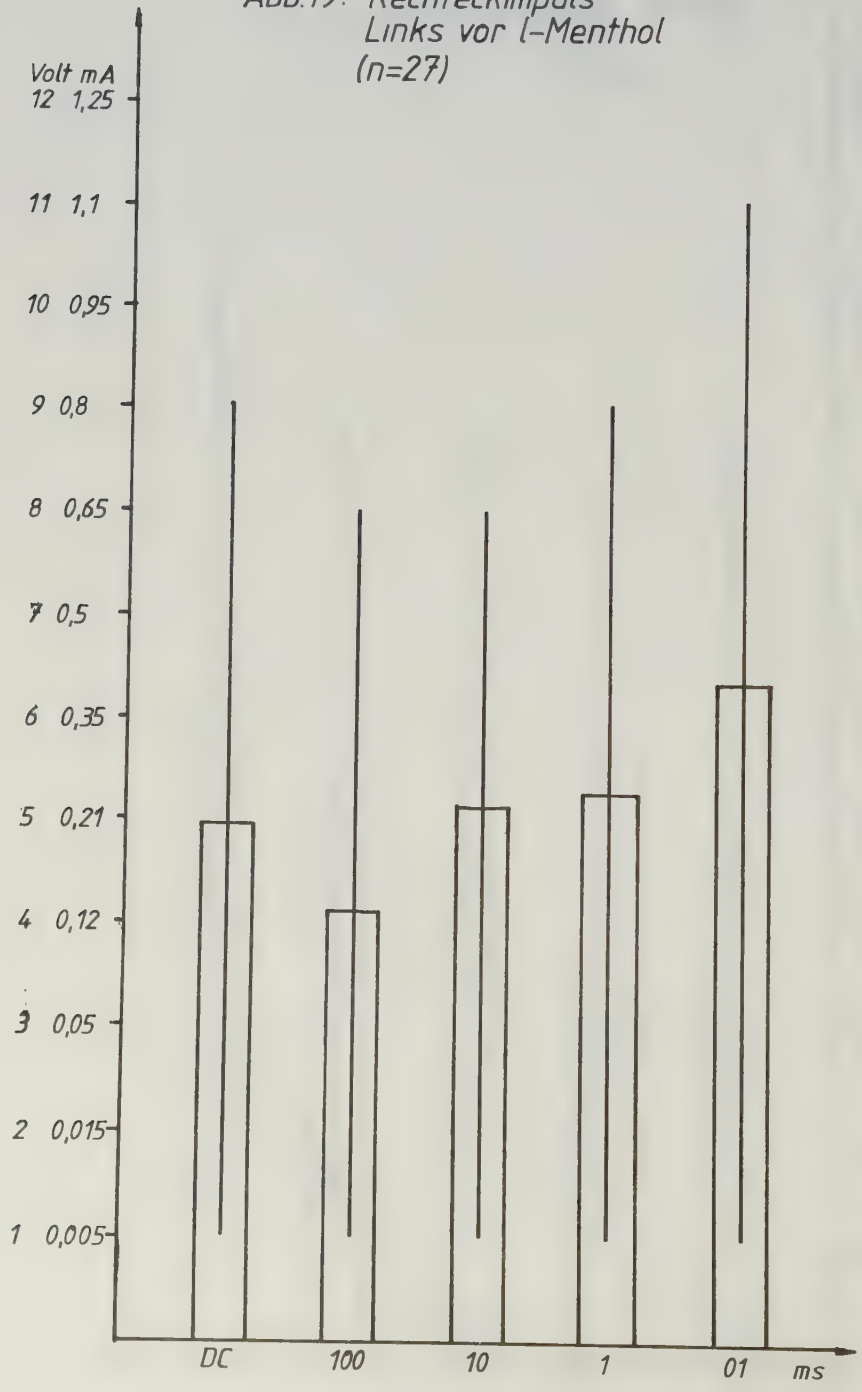


Abb. 20: Rechteckimpuls
Rechts nach l-Menthol
(n=27)

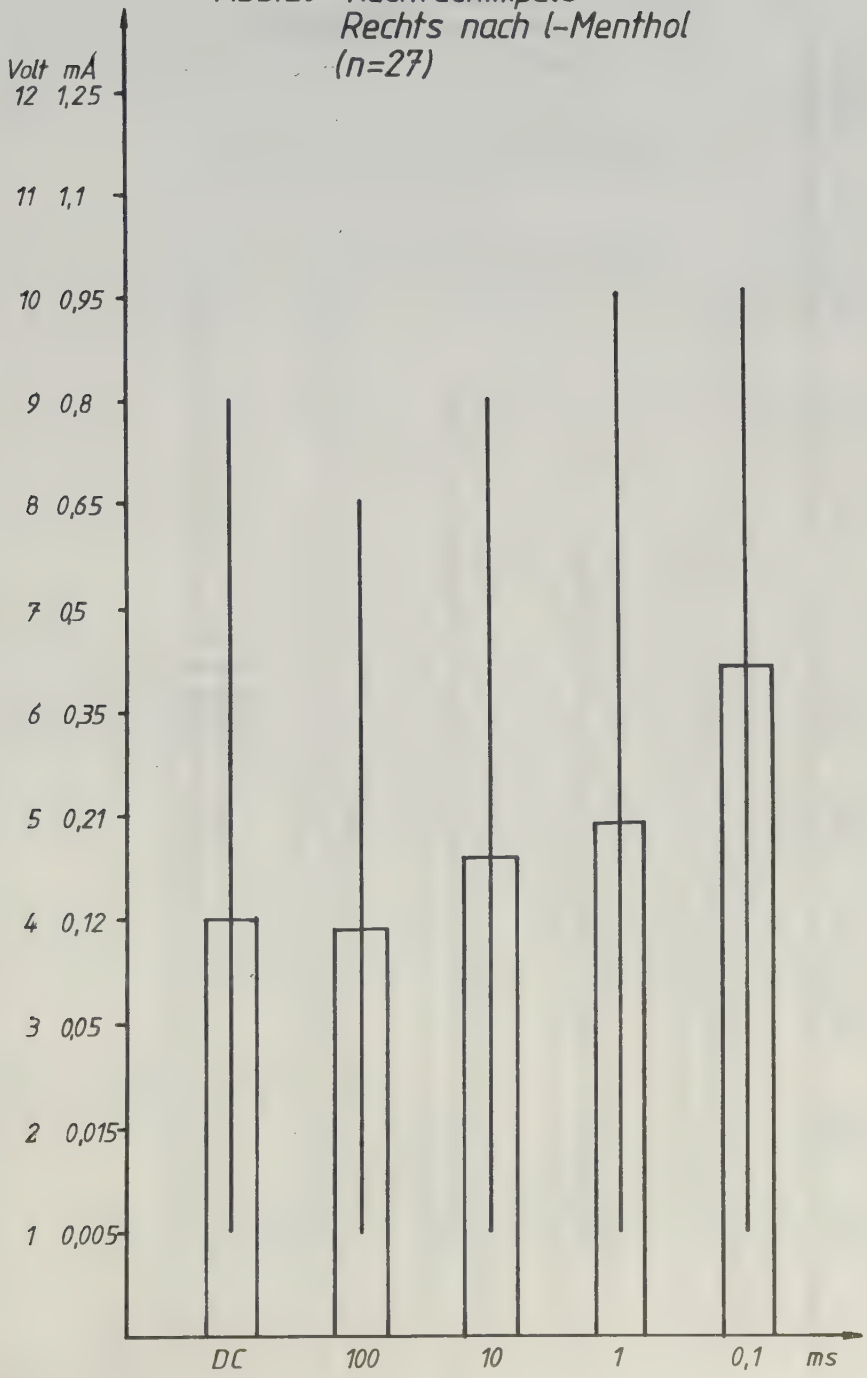
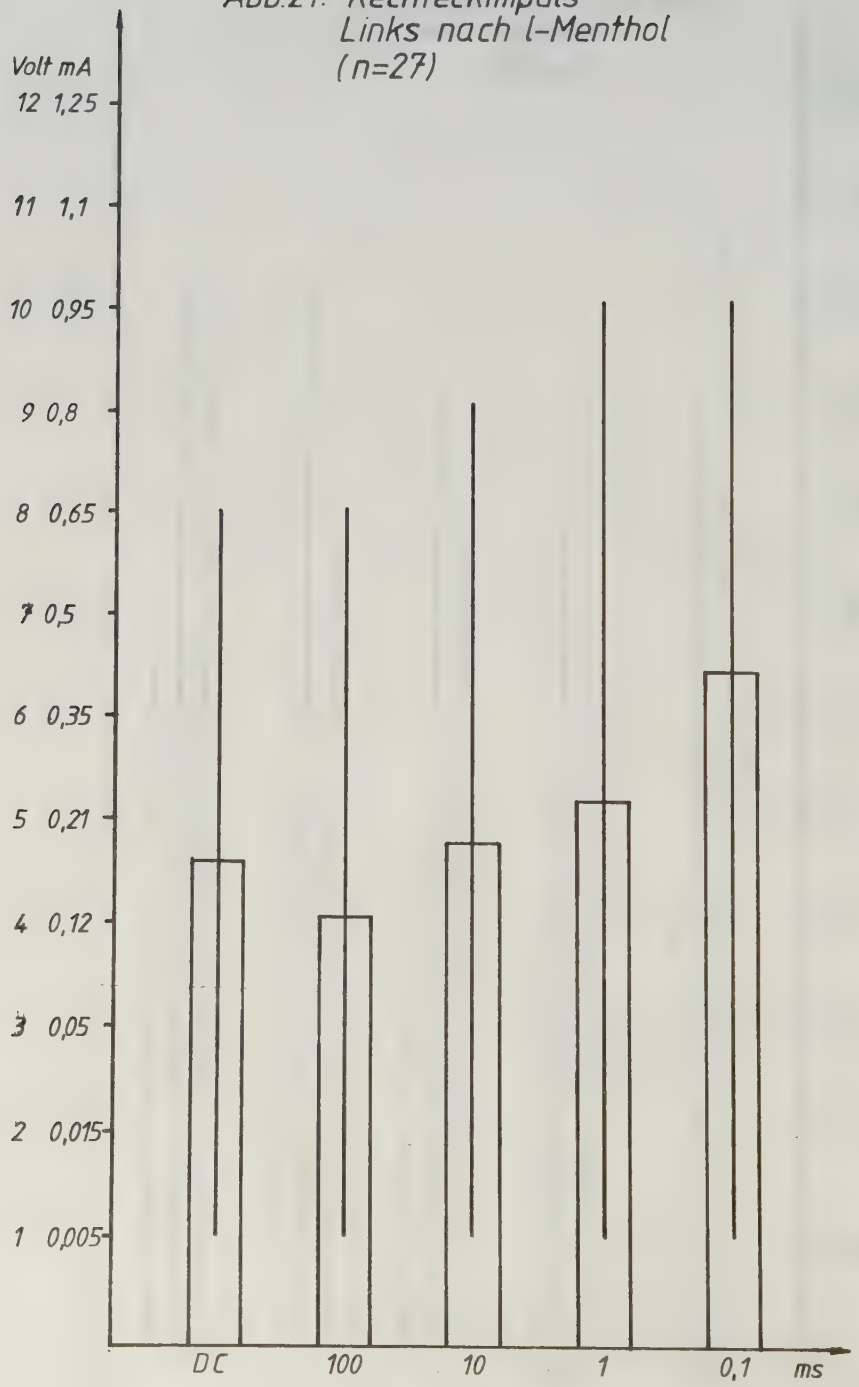


Abb.21: Rechteckimpuls
Links nach l-Menthol
(n=27)



8. Einzelkasuistik

Die Falldarstellungen wurden den Datenblättern nach Nodec bzw. dem Arbeitsbuch entnommen.

Entsprechend den Tabellen 7, 8, 9 wählten wir einige statistisch auffällige Versuchspersonen aus den Gruppen und versuchten Abweichungen (Ageusie, Hypergeusie, Hypogeusie) von der Geschmacksnorm darzustellen.

1. Gruppe mit unterdurchschnittlichem Schmeckleistungsindex

1.1 Proband Nr. 4

Die 19-jährige Versuchsperson H.H. gibt an, seit Jahren unter Hypotonus zu leiden und durch langdauernde Schwankschwindelanfälle gequält zu werden. Außerdem bemerkt sie Ohrgeräusche auf dem rechten und linken Ohr. Im 5-Komponenten-Geschmackstest erkennt sie die Bitterschmeckstoffe überhaupt nicht; bei PTH - 0.01 % und 0.1 % gibt sie den Nebengeschmack metallisch an. So liegt im Grundversuch eine Ageusie für bitter vor. Glucose erkennt sie erst in der 100 %igen Konzentration, während das Geschmacksvermögen für salzig und sauer im Durchschnittsbereich liegt. Die 1 %igen und 10 %igen Lösungen werden erkannt. Erstaunlich ist, daß die 0.01 %ige und 0.1 %-ige Chininlösung in der Verbindung mit 0.04 % l-Menthol erkannt wird. Die Empfindung kalt wird in 12 von 14 Fällen bestimmt.

1.2 Proband Nr. 23

Der 66-jährige Proband A.H. leidet unter Ohrgeräuschen und einer Hörverminderung auf dem rechten Ohr. Außerdem ist sein Sehvermögen eingeschränkt. Sonst fühlt er sich völlig gesund und schließt Grundleiden irgendwelcher Art aus. Auch bei ihm herrscht eine Ageusie für Bitterstoffe

vor. Glucose erkennt er ebenfalls nicht. Sauer stellt er erst in der höchsten Konzentration fest. Nur das Geschmacksvermögen für salzig liegt im Normbereich. Bei ihm ist interessant, daß er sämtliche Lösungen, die er wahrnimmt, auf der linken Zungenseite weit ausgeprägter schmeckt. Außerdem werden die Chininlösungen 0.01 % und 0.1 % in Verbindung mit l-Menthol als bitter erkannt. Auch die 10 %ige Glucoselösung wird in Verbindung mit 0.04 % l-Menthol richtig eingeschätzt. Die Empfindung kalt im l-Mentholtest wird nur bei 0.001 % PTH und 0.1 % Chinin nicht erkannt.

1.3 Proband Nr. 58

Der 62-jährige Patient R.H. leidet seit Monaten an Schwindelanfällen, Schweißausbrüchen, Ohrgeräuschen rechts und links. Sein Sehvermögen ist beeinträchtigt. Eine Diabetes ist beständig vorhanden. Wegen einer chronischen Glomerulonephritis hängt er seit Monaten an einem Dialysegerät im Kuratorium für Heimdialyse. Er nimmt Sedativa und Vitamintabletten. Im reinen Geschmackstest kann er Glucose-, Na Cl-, Zitronensäure-, Chininlösung nur in der höchsten Konzentration wahrnehmen; PTH-Lösung schmeckt er nicht. Im Versuch mit l-Menthol schmeckt er die Bitterstoffe PTH in der 0.1 % Lösung, Chinin in der 0.01 %igen und 0.1 %igen Lösung. Hat er eine Geschmackswahrnehmung, ist er nicht in der Lage, kalt zu empfinden. Sein Schmeckleistungsindex für kalt liegt bei 0.642. Die Werte bei den elektrogustometrischen Messungen liegen weit über dem Normbereich. Der Patient merkt selbst die DC und 100 msec Impulse erst im Bereich von 1.00 - 1.80 mA.

1.4 Proband Nr. 106

Der 58-jährige Patient F.G. ist wegen seiner chronischen Pyelonephritis, die ihn seit Jahrzehnten zum Dialysepatienten macht, Frührentner. Bei dem Patienten wurde früher eine Parageusie diagnostiziert. Außerdem leidet

er unter einer Kinetose in der Luft und auf dem Wasser, ferner unter kurzen aber sich ständig wiederholenden Anfällen von Übelkeit und Schweißausbrüchen. Der Blutdruck ist ständig zu hoch. Der Patient ist Kettenraucher und nimmt ständig Sedativa ein. Der Patient zeichnet sich im Grundgeschmackstest durch eine Ageusie für süß und salzig aus; auch sauer schmeckt er erst in der höchsten Konzentration. Die Wahrnehmung für bitter liegt im Durchschnittsbereich. Unterziehen wir diesen Patienten nun dem Geschmackstest mit 0.04 %igem l-Menthol, stellen wir eine deutliche Schwellenerhöhung für süß, sauer und bitter fest. Die Empfindung kalt hat er in 12 von 14 Fällen festgestellt, während die Schwelle bei der elektrischen Reizung der Zunge sehr hoch liegt (1.60 mA).

1.5 Proband Nr. 108

Der 40-jährige Patient A.B. gibt an, seit Jahren unter Schwindelsymptomen jeglicher Art zu leiden. Außerdem wird eine Herzinsuffizienz und beidseitige Parageusie angegeben. Wegen chronischer Glomerulonephritis mußte er sich bereits einiger Nierenoperationen unterziehen und liegt seit ungefähr einem Jahr im Dialysezentrum Würzburg. Bei den reinen Geschmacksuntersuchungen konnte eine Hypogeusie gegenüber allen Geschmacksstoffen außer salzig konstatiert werden. Überraschend ist nun, daß die Versuchsperson im mit 0.04 %igem l-Menthol gemischten 5-Komponententest überhaupt kein Geschmacksempfinden zeigte, obwohl er in 13 von 14 Fällen die Wahrnehmung kalt äußerte. Die Schwelle bei den elektrogustometrischen Messungen lag für beide Zungenhälften auch weit über dem Normbereich (1.60 mA).

1.6 Proband Nr. 136

Der 54-jährige Arbeiter E.V. ist Patient der HNO-Klinik Würzburg. Auf dem rechten Ohr gibt er eine Hörverminderung an und mußte sich deshalb einer Ohroperation unterziehen. Durch Kopfdrehen oder Seitenblicke werden

nach seinen Angaben seit Jahren Übelkeit, Schweißausbrüche und Drehgefühle ausgelöst. Der Proband leidet außerdem an einer Beeinträchtigung des Sehvermögens. Er nimmt regelmäßig Alkohol und Kaffee zu sich. Bei den Geschmacksuntersuchungen wurde sowohl im reinen 5-Komponenten-Geschmackstest als auch im "gemischten Verfahren" eine Hypogeusie diagnostiziert. Außerdem ist der Proband PTH-blind. Die Schmeckleistungsindizes liegen für beide Testserien bei 0.214. Die Empfindung kalt hatte die Versuchsperson in 12 Fällen.
Auch er zeichnet sich durch eine relative Unsensibilität bei den elektrogustometrischen Messungen aus (0.50 mA).

2. Gruppe mit durchschnittlichem Schmeckleistungsindex im reinen 5-Komponenten-Test

2.1 Proband Nr. 33

Die 24-jährige Probandin J.B. hatte vor einigen Wochen einen Verkehrsunfall. Außer dem regelmäßigen Konsum von Coffein und einer beidseitigen Hörverminderung erscheinen keine Auffälligkeiten in der Anamnese. Die Schmeckleistungsindizes für die Grundgeschmacksrichtungen liegen im Normbereich (0.429). Die Sensation kalt wird bei allen 14 Untertests mit 0.04 %igem l-Menthol angegeben. Bei ihr ist interessant die Aufhebung der PTH-Blindheit im Mischtest mit 0.04 % l-Menthol. Bei der 0.1 % PTH-Lösung plus l-Menthol wird die Wahrnehmung bitter angegeben. Die elektrogustometrischen Werte liegen im Normbereich (0.28 mA).

2.2 Proband Nr. 42

Die 23-jährige Versuchsperson R.K. entstammt unserem Normalpersonenkollektiv. Außer einer Blinddarmoperation, Alkohol- und Coffeingenuß gibt es im Bereich der Anamnese keine auffälligen Daten. Die Schmeckleistungsindizes liegen in beiden Testverfahren bei 0.500. Der Proband ist PTH-blind, definiert jedoch in allen 14 Fällen l-Menthol als kalt. Im elektrogustometrischen Gebiet liegt seine Empfindungsschwelle bei 0.25 mA, also im oder sogar leicht über dem Normbereich.

2.3 Proband Nr. 50

Der 24-jährige Proband H.F. liegt an der oberen Grenze der Eugeuthetiker. Nach einem Verkehrsunfall vor mehreren Jahren wird er öfters von Black-outs heimgesucht, die mehrere Sekunden dauern. Er trinkt regelmäßig Alkohol und raucht 20 Zigaretten pro Tag. Der Schmeckleistungsindex allein für die Sensation "kalt" bei den simultan mit Schmeckstoffen dargebotenen l-Menthol Anteilen liegt bei 1.000. Für den reinen 5-Komponenten-Geschmackstest

nach Claussen (ohne 10 %ige Na Cl-Lösung) und dem 5-Komponenten-Geschmackstest plus 0.04 % l-Menthol-Lösung liegt der Schmeckleistungsindex bei 0.571. Bitter schmeckt im im "gemischten Verfahren" bereits in der 0.01 % Konzentration (5-Komponenten-Geschmackstest nur in der 0.1 % Konzentration), während er Zucker erst in der 10 %igen Lösung erkennt (5-Komponenten-Geschmackstest in der 1.0 %igen Lösung). Die Schwelle für elektrogustometrische Reizung ist bei ihm deutlich erhöht (0.7 mA).

2.4 Proband Nr. 72

Die 35-jährige Versuchsperson J.L. klagt über Schwindel und begetative Symptome verschiedener Art, die sie seit Jahren wochenlang belästigen. Sie hatte bereits vor einigen Jahren einen Herzinfarkt und hängt wegen chronischer Glomerulonephritis an einem Dialysegerät. Sie wurde am Magen operiert und gibt an, regelmäßig Sedativa und für ihr Nierenleiden weitere Präparate einzunehmen. Der Schmeckleistungsindex für kalt liegt bei ihr etwas unter dem Durchschnitt, während die beiden anderen Indizes ebenso wie die Schwelle bei den elektrogustometrischen Messungen im Normbereich liegen (ca. 0.40 mA). Auffällig bei dieser Probandin ist die gesenkte Schwelle für bitter im Geschmackstest mit 0.04 %igem l-Menthol.

2.5 Proband Nr. 85

Der 58-jährige Proband R.H. liegt seit mehr als 2 Jahren wegen chronischer Glomerulonephritis regelmäßig im Dialysezentrum. Er klagt über eine deutliche Verschlechterung seines Zustandes. Außerdem ist der Patient Diabetiker und hatte einen Herzinfarkt vor 2 Jahren. Er trinkt immer noch regelmäßig Alkohol und raucht 2 Päckchen Zigaretten. Auffällig an ihm ist seine Ageusie gegenüber l-Menthol. Er definiert die Mischlösungen nie als kalt. Obwohl der Schmeckleistungsindex im reinen 5-Komponenten-Geschmackstest bei 0.571 liegt, scheint im

Mischtest eine Parageusie vorzuliegen. Alle Lösungen schmecken hier für ihn entweder sauer oder bitter. Elektrogustometrisch liegt die Schwelle weit unterhalb des Durchschnittsbereichs (0.14 mA).

2.6 Proband Nr. 90

Die 62-jährige Probandin L.S. ist ebenfalls wegen chronischer Pyelonephritis seit Monaten Patientin im Kuratorium für Heimdialyse. Wegen ihres Nierenleidens nimmt sie Sedativa und Vitaminpräparate ein. Neben eingeschränktem Sehvermögen leidet die Patientin unter einer beidseitigen Hörverminderung und Ohrgeräuschen. Außerdem gibt sie an, auf der rechten Zungenseite nichts zu schmecken. Wir konnten die Aussage durch unsere Untersuchungen nicht bestätigen, stellten jedoch fest, daß sie für die Empfindung kalt völlig unempfindlich war. Die Werte bei den elektrogustometrischen Messungen lagen für beide Zungenhälften über dem Durchschnitt (0.60 mA).
Auffallend an dieser Patientin ist ebenfalls ihre gesenkte Schwelle für bitter im "l-Menthol-Test". Obwohl sie sich im Grundversuch als PTH-blind erwies, schmeckte sie bei der 0.1 %igen PTH-Lösung mit 0.04 %igem l-Menthol bitter.

3. Gruppe mit überdurchschnittlichem Schmeckleistungsindex im 5-Komponenten-Geschmackstest

3.1 Proband Nr. 2

Die 25-jährige Probandin J.G. gehört der Stichprobe von Normalpersonen an. Außer einer Sehverminderung gibt sie in der Anamnese noch kurz andauernde Schwindelanfälle beim Aufstehen an, außerdem den regelmäßigen Konsum von Alkohol, Nikotin und Kaffee. Beim reinen 5-Komponenten-Geschmackstest liegt der Schmeckleistungsindex der Versuchsperson weit über dem Durchschnitt bei 0.786, beim "gemischten Verfahren" jedoch nur im Normbereich bei 0.429. Die Probandin definiert zwar in 13 von 14 Fällen die Lösung als kalt, kann jedoch im "Mischverfahren" die Bitterwirkstoffe außer in der 0.1 %igen Chininlösung nicht mehr wahrnehmen, obwohl für diese Schmeckstoffe im Grundverfahren eine 100 % Trefferquote vorlag. Im Elektrogustometrieverfahren liegt eine sehr hohe Sensibilität für die elektrischen Impulse vor (ca. 0.18 mA).

3.2 Proband Nr. 16

Die 28-jährige Studienrätin S.D. hat seit Jahren zu niedrigen Blutdruck und deshalb beim Aufstehen kurze Schwindelanfälle. Sie nimmt keinen Alkohol zu sich, jedoch 7-8 Tassen Kaffee und 30 Zigaretten täglich. Ihre Schmeckleistungsindizes sind für beide Geschmackstest identisch; sie liegen über dem Durchschnitt bei 0.643. Die Probandin erkennt in beiden Tests 0.1 % und 1.0 % Glucoselösung nicht; außerdem 0.1 % Na Cl-, 0.1 % Säurelösung und 0.001 % PTH nicht. Außerdem hat die Probandin in 13 von 14 Fällen im "l-Menthol Mischverfahren" die Wahrnehmung kalt. Erstaunlich bei ihr ist, daß ihre Wahrnehmungsschwelle für die elektrischen Impulse weit über dem Durchschnitt liegen (ca. 0.8 mA).

3.3 Proband Nr. 73

Die 50-jährige Frau R.S. ist seit mehr als 2 Jahren Pa-

tientin des Dialysezentrums in Würzburg. Sie liegt dort wegen einer Analgeticaniere und nimmt wegen ihres schwankenden Blutdrucks und einer Herzinsuffizienz regelmäßig Pharmaka ein. Sie leidet seit Jahren unter Schwindelanfällen, Schweißausbrüchen, Übelkeit beim Aufstehen und kollabiert des öfteren. Diese Symptome werden meist von Ohrgeräuschen auf beiden Seiten begleitet. In die Anamnese wurden weiterhin Trigeminuszeichen auf der rechten Seite im Sinne einer Hyposensibilität der Wange eingetragen.
Die Patientin liegt mit ihrem Schmeckleistungsindex von 0.643 für den reinen 5-Komponententest knapp über dem Durchschnitt; im "Mischverfahren" mit 0.571 im Durchschnitt. Bei den elektrogustometrischen Messungen stellen wir eine hohe Sensibilität für elektrische Reize fest (ca. 0.18 mA). Auffällig bei ihr ist eine Hypogeusie für kalt. Sie gibt nur in 4 von 10 Fällen diese Empfindung an und erreicht somit den niedrigsten Wert in dieser Gruppe.

3.4 Proband Nr. 75

Die 26-jährige Patientin R.R. liegt ebenfalls seit mehr als 2 Jahren wegen chronischer Pyelonephritis im Kuratorium für Heimdialyse. Ihre Beschwerden beschreibt sie als seit Jahren unverändert, leidet jedoch seit einigen Monaten zusätzlich unter länger dauernden Schweißausbrüchen. Außer den Präparaten für ihr Nierenleiden nimmt die Patientin keine Pharmaka. Sie trinkt jedoch regelmäßig 3-4 Tassen Kaffee.
Die Versuchsperson gehört mit einem Schmeckleistungsindex von 0.857 im reinen Geschmackstest zu den 2 Probanden, die die höchsten Werte erzielten. Lediglich 0.1 % Glucoselösung und 0.1 % Zitronensäurelösung erkennt sie nicht. Auch im "Mischverfahren" liegt sie mit 0.643 über dem Normbereich. 0.1 %ige und 1.0 % Glucoselösung, 0.1 %ige Na Cl-Lösung und 0.1 % Zitronenlösung werden nicht erkannt. Als kalt definiert sie 13 von 14 mit 0.04 %igem l-Menthol gemischte Testsubstanzen. Bei den elektrischen

Messungen erreicht sie eine relativ niedrige Schwelle von 0.18 mA.

3.5 Proband Nr. 107

Ein weiterer Hypergeuthetiker ist ebenfalls Patient des Dialysezentrums. Der 48-jährige Patient A.G. erreicht neben einem weiteren Patienten (Nr. 104) des Dialysezentrums den höchsten Schmeckleistungsindex von 0.857. Er leidet an chronischer Glomerulonephritis und hängt nach einer Nierenoperation seit mehr als einem Jahr am Dialysegerät. Hypotonus zieht seit Jahren kurze Anfälle von Übelkeit und Black-Outs beim Aufstehen und Bücken nach sich. Der Patient ist in seinem Sehvermögen eingeschränkt und hatte vor einigen Jahren einen Herzinfarkt. Neben der täglichen Einnahme von Sedativa und Nierenpräparaten raucht er 30 Zigaretten. Er erkennt im 5-Komponenten-Geschmackstest alle Testsubstanzen außer 0.1 %iger Glucose- und 0.1 %iger Zitronensäurelösung. Im mit 0.04 %igem l-Menthol gemischten Geschmackstest liegt sein Schmeckleistungsindex zwar auch über dem Normbereich. Er kann jedoch die 0.1 %ige Zuckerlösung wie auch beide Na Cl-Konzentrationen nicht einordnen. Als kalt beschreibt er alle 14 Testsubstanzen. Bei den elektrogustometrischen Messungen erreicht er Werte im Durchschnittsbereich (ca. 0.26 mA).

IV. DISKUSSION

1. Schmecktheorien

Physiologie des Geschmacksinnes

Die chemischen Sinne Geruch und Geschmack werden den Sinnen gegenübergestellt, die durch physikalische Reize erregt werden wie zum Beispiel Luftdruckschwankungen für den Hörsinn, Licht für den Gesichtssinn, Temperaturschwankungen und Druckreize für die somatoviscerale Sensibilität. Riechen und Schmecken gehören zu den stammesgeschichtlich ältesten Eigenschaften der Lebewesen. Sie sind für die Tiere von viel entscheidenderer Bedeutung in Bezug auf die Umweltorientierung, Nahrungsaufnahme und das Sexualverhalten. Bei einigen Tieren wie Katze, Hund, Schwein werden sogar Geschmacksknospen für die Wahrnehmung von Wasser nachgewiesen (Wasserfasern), die beim Menschen nicht vorkommen.

Geruchs- und Geschmackssinn sind nicht streng voneinander zu unterscheiden. Viele Substanzen, die wir zu schmecken glauben, riechen wir in Wirklichkeit wie zum Beispiel Vanille; sie gelangen über die Choanen in die regio olfactoria und lösen hier eine Empfindung aus. So "schmecken" wir schlecht, wenn wir Schnupfen haben. Man kann folglich nicht streng zwischen Geruchs- und Geschmacksstoffen trennen.

Es ist sicher eine ökonomische Notwendigkeit der Natur, daß beim Menschen, der sich - entwicklungsgeschichtlich gesehen - immer mehr mit Augen und Ohren orientierte, die chemischen Sinne hinter die physikalischen zurückgetreten sind. Skramlik nennt dennoch 5 Punkte, die die Bedeutung des Geruchs- und Geschmackssinnes zeigen:

1. Nahrungsaufnahme
2. zwischenmenschliche Beziehungen

3. Schutz vor Schaden
4. Unterscheidung von Dingen
5. Hebung des Wohlbefindens.

Bei diesen Punkten fällt auf, daß die chemischen Sinne mit einer starken affektiven Komponente verbunden sind. Diese kann individuell ganz verschieden ausgebildet sein. Was dem einen angenehm ist, führt beim anderen zu Übelkeit.

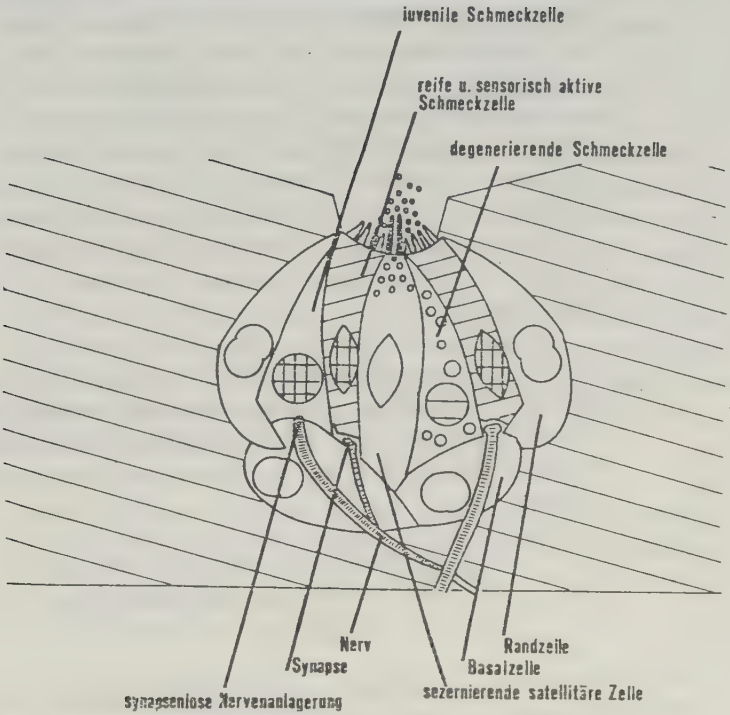
Als adäquater Stimulus für den Geschmackssinn dient meist ein chemischer Reiz. Neben chemischen können auch elektrische Reize eine Geschmacksempfindung auslösen, wie in einigen Untersuchungen bewiesen wurde.

Wie nun die Schmeckleistung zustande kommt, sei in folgender Übersicht über die Sinnesorgane des Geschmacks sowie deren Verschaltung und Nervenableitung zum Hirnstamm aufgezeigt.

Die Rezeptoren, die als Sinnesorgan des Geschmacks gelten, sind nach Ganong 50 - 70 große eiförmige Gebilde (siehe Abb. 25). Jede Geschmacksknospe besteht aus mindestens 6 verschiedenen, zwiebelartig aufeinander gelagerten Zelltypen. Nach Andres gelten die satellitären Zellen, die Randzellen und die Basalzellen als Stützapparat. In diesem Stützapparat sind 3 Generationen der eigentlichen Schmeckzellen eingelagert. Eine jugendliche Zellgeneration mit zahlreichen Nervenanlagerungen wird von einer reifen Zellgeneration und einer absterbenden Zellgeneration mit vakuoliger Degenerierung unterschieden. An der reifen Schmeckzelle finden sich Nervenanlagerungen mit aktiven Synapsen. Die Nervenzellen werden von den Basalzellen ähnlich den Schwann'schen Zellen umscheidet. Durch ständige mitotische Teilung wird dieser Apparat von den Rund- und Basalzellen her erneuert. Das Geschmacksorgan kann man als disseminiertes Sinnesorgan bezeichnen. Die Rezeptoren sind zwar in Gruppen,

Abb. 25:

Schema einer Geschmacksknospe



den Geschmacksknospen, zusammengefaßt; aber über den Anfang des Verdauungstraktes verteilt. Sie sind in der papillae fungiformis, filiformes, foliatae und circumvallatae der Zungenoberfläche lokalisiert (Dabelow). Außerdem sind sie am vorderen und hinteren Gaumenbogen zu finden, am weichen Gaumen, an der hinteren Pharynxwand, an der Epiglottis und in dem Teil des Kehlkopfinneren - mit Ausnahme der Stimmbänder-, in dem noch kein Flimmerepithel vorkommt. Die Angaben über die Zahl der Geschmacksknospen variieren zwischen 2.500 - 9.000 (Bergmann, Ganong). Sie ist individuellen Schwankungen unterworfen und nimmt altersbedingt stark ab. Dafür werden Involutionsprozesse, Fibrosierungen oder eine Atrophie des Epithels verantwortlich gemacht. Diese starken Unterschiede in der Anzahl der Knospen weisen darauf hin, daß wir es hier mit einer dynamischen Struktur zu tun haben, die einem ständigen Auf- und Abbau unterliegt.

Für die gustatorische Wahrnehmung sind entscheidend Parameter, Stärke der Konzentration der Schmecklösung, Größe der gereizten Fläche, Dauer der Einwirkung des Stimulus. Wir müssen weiterhin folgende Kriterien miteinbeziehen:

1. die Temperatur des Geschmeckten;
2. die Struktur des Geschmeckten;
3. die Reihenfolge der Applikation der Stimuli.

Was die Struktur des Geschmeckten anbelangt, sind anscheinend die Papillae filiformes von Bedeutung. Die Papillae fungiformes als eigentliche Thermo- und Schmerzrezeptoren sind bei der Bestimmung der Temperatur des Geschmeckten ausschlaggebend. In den Papillae fungiformes wird die Chemorezeption von den Geschmacksknospen durchgeführt. Die differenzierte Rezeptorstruktur dieser Papille zeigt schon, daß die Zunge nicht als einfacher chemischer Schmecksensor zu betrachten ist.

Die Geschmacksknospen in den Papillae fungiformes sind nach Dabelow außerhalb der Kapsel von arterio-venösen Gefäßnetzen umgeben. In dem Gewebsbereich zwischen dem Orificium der Geschmacksknospe und dem Epithel befinden sich mitochondrienhaltige Axonschwellungen, die Mitochondriensäcke. Diese sollen für die Warm- und Kaltempfindung der Zunge verantwortlich sein. Eisenacher nimmt wegen der Ähnlichkeit der Mitochondrien zu denen der Vater Pacini'schen Körperchen eine Mechanorezeption an.

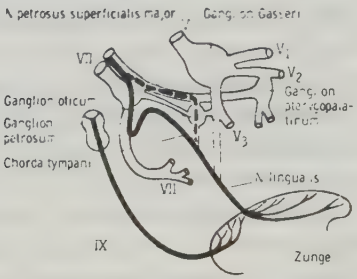
Ein Rezeptorkörper, der Ähnlichkeit mit anderen sensiblen Terminalelementen hat, wird als lamellär-differenziertes Körperchen beschrieben. Das Axon enthält eine mitochondrienreiche Nervenendformation. Das Endkörperchen hat auf jeder Seite 2-4 Ausläufer. Die Zahl der flachen Lamellen um die einzelnen Axone ist im Gegensatz zu denen in den Mitochondriensäcken viel höher. Wegen der Anhäufung von Mitochondiren und Vesikeln in den Axonen und der fehlenden synaptischen Membrandifferenzierung wird ein gemeinsamer Mechanismus in der Überführung mechanischer Reize in elektrische Erregung mittels Ionenfluß durch das Axolemm angenommen.

Als Rezeptor für Temperaturschwankungen oder auch als nocizeptiver Rezeptor dienen die zahlreichen intraepithelialen Axone an der Oberfläche der Papillae fungiformes.

Wie wir am Beispiel einer Papille der Zunge zeigten, bietet der Schmeckkomplex eine recht komplizierte Anatomie an. Betrachten wir nun die Umsetzung des Impuls im Großhirn, so müssen wir von einer Konvergenzschaltung der zahllosen Informationen ausgehen, die wohl schon sehr früh einsetzt, spätestens im Hirnstamm, wenn nicht schon im Bereich der Zungennerven. Somit beeinflussen sich die sensorisch unterschiedlichen Eigenschaften des chemischen, taktilen und thermischen Schmeckens früh gegenseitig.

Versuchen wir nun die von der Zunge kommenden Nerven darzustellen, die das primäre Geschmacksempfinden zum Nucleus tractus solitarii bringen (siehe Abb. 26). Am Schmeckvorgang ist zunächst der Nervus lingualis des Nervus trigeminus beteiligt.

Abb. 26:



20–2 Nervenversorgung der Zunge. Dick gezeichnete Linien = Verlauf der wichtigsten Geschmacksnerven. Gestrichelte Linie = alternativer Verlauf von Geschmacksnerven. V = N. trigeminus, VII = N. facialis bzw. intermedius, IX = N. glossopharyngeus. (Nach PFAFFMANN.)

Die sensorischen Nervenfasern der vorderen zwei Drittel der Zunge zweigen über die Chorda tympani zum nervus facialis ab. Die Informationen vom hinteren Teil der Zunge werden über den Nervus glossopharyngeus zum Neucleus tractus solitarius geleitet. Geschmacksfasern von nicht auf der Zunge gelegenen Rezeptoren gelangen nach Ganong über den Nervus vagus zum Gehirn.

Für die Wahrnehmung der chemischen Reize ist wichtig, daß sie in Wasser oder in Speichel gelöst werden können. Ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften lassen sich jedoch keiner eindeutigen subjektiven Klassifizierung zuordnen. Man versuchte sie aufgrund der Anordnung der Moleküle, der Form bzw. Größe der Ionen einzuteilen. So stellte man fest, daß die Intensität vieler Stoffe mit der Länge der Kohlenstoffkette steigt und daß bestimmte Ionen bestimmte Empfindungen hervorrufen können. Es besteht eine Korrelation zwischen H-Ionen und saurer Empfindung, salziger Empfindung und Cl-Ionen und bitterer Empfindung und Polypeptiden. Aber es läßt sich keine eindeutige Regel aufstellen. Manche Stoffe sind chemisch gesehen sehr verschieden und schmecken subjektiv gleich, manche sind chemisch ähnlich aufgebaut und schmekken verschieden.

Berücksichtigt man noch die individuell unterschiedlich affektive Komponente des Menschen bei der Geschmackswahrnehmung, werden die Schwierigkeiten einer Klassifikation deutlich.

Auch die Untersuchungen über die neuroanatomischen Vorgänge an den Geschmacksrezeptoren lassen keine einheitlichen Schlüsse zu. Man versuchte, die Informationsübertragung mit Permeabilitätsvorgängen und enzymatischen Reaktionen zu erklären (Timm, Hahn und Ulr ich). Hensel ist nach neueren Untersuchungen der Auffassung, daß Adsorptionsprozesse (Beidler'sche Theorie) ausschlaggebend sind. Die Rezeptoren haben bestimmte Moleküle, an denen bestimmte Stoffe absorbiert werden. Nach Plattig besitzt jede Geschmackszelle mehrere Arten von Zellrezeptoren, von denen jede eine spezifische Affinität zu jeweils einer bestimmten Art von Schmecksubstanzen hat.

Somit können wir auch von keinem spezifischen Rezeptor-Neuron-System der Geschmackswahrnehmung sprechen, sondern müssen ein zeitlich-räumliches Erregungsmuster vie-

ler gleichzeitig tätiger Rezeptor-Neuron-Systeme annehmen. Bei dieser Theorie ist eine morphologische Gleichheit der Geschmacksknospen vorausgesetzt. Demgegenüber steht die Theorie von Békésy, der morphologische Unterschiede im Aufbau der Geschmacksknospen beschreibt und von Süß-, Sauer-, Salzig- und Bitterpapillen spricht, diese aber in einem räumlich-zeitlichen Erregungsmuster zusammenfaßt.

2. Thermische Beeinflussung der Schmeckleistung

Nach der Darstellung der verschiedenen Schmecktheorien wollen wir noch kurz auf die Perzeption von warm und kalt eingehen. Neurophysiologische Studien weisen auf die Schwierigkeiten einer genauen Lokalisation der Thermorezeptoren in oberflächlichen Gewebslagen der Zunge hin. Bargmann nimmt dünne markhaltige Nervenfasern als Kälterezeptoren an, die in eine marklose Endstrecke in die Bindegewebspapille der Haut aufbrechen. Strughold definiert die Krause'schen Endkolben als spezifische Kälterezeptoren. Hensel beschreibt die Entstehung der Empfindung heiß als Verbindung der Sensationen Kälte und Schmerz.

Das Kälteerlebnis wird physikalisch durch zwei Faktoren provoziert: durch den Kalorienentzug, der eine Kapazität der Schmecklösung darstellt und durch den Kaloriennachschub aus dem Gefäßsystem der Zunge, der eine Kapazitätsleistung von Seiten des Organs darstellt. Da Menthol als eine Substanz angesehen wird, die einen kalten Geschmack erzeugt, sind die Untersuchungen von Hellekant interessant, der keinen Zusammenhang zwischen den Reaktionen der Geschmacksfasern auf einen physikalischen Kältestimulus und den chemischen Stimulus Menthol beobachten kann. Nach Hensel und Zottermann, die die Kältewirkung des Menthols auf die Thermorezeptoren der Zunge untersuchten, ist der Anstieg der Reaktion, die sie

bei Applikation von Menthol beobachteten, nicht einem meßbaren physikalischen Kälteeffekt von Menthol zuzuschreiben, sondern einer durch die Mentholgabe gestiegenen Erregbarkeit der Geschmacksrezeptoren. Es gibt nach ihren Ergebnissen keinen Zusammenhang per se zwischen der Wahrnehmung von Menthol und einer physikalischen Kälteempfindung in den Geschmacksfasern.

Wir können diese These unterstützen, vergleichen wir die Untersuchungen von Braun über die thermische Beeinflussung der Chemogustometrie. In seinen Untersuchungen wurden nach einem Grundversuch die Schmecklösungen des 5-Komponenten-Geschmackstests nach Claussen 30 bzw. 60 Sekunden vorgekühlt. Die Erkennungsrate sank vom Grundversuch zum 30 bzw. 60 Sekunden-Kühlversuch deutlich ab. Nach der Beigabe von l-Menthol zu den Testlösungen des 5-Komponenten-Geschmackstests können wir jedoch außer bei der Glucoselösung eine Erhöhung der Schmeckleistung konstatieren.

Hellekant kommt nun anhand seiner Versuche mit Katzen zur folgenden Hypothese:

Eine Mentholgabe erzeugt eine Depolarisation in der Rezeptorzelle. Dadurch entsteht eine langsam wachsende neurale Reaktion, die sich wieder verringert, wenn das Rezeptorpotential einen "Grenzwert" erreicht. Reize durch die vier Grundgeschmacksrichtungen süß, salzig, sauer, bitter bewirken eine schnellere Depolarisation. Die Summe der beiden, von Menthol und einem Grundgeschmack, in einer Verbindung ergibt eine Reaktion, die zunimmt, solange bis der Grenzwert erreicht wird und sich dann abschwächt.

In diesen Versuchen von Hellekant wurde die Erregbarkeit der Geschmacksknospen durch Menthol an der Chorda tympani der Katze gemessen.

3. Pathophysiologische Aspekte des 5-Komponenten-Tests und des kombinierten l-Menthol-5-Komponenten-Tests

Chemogustometrie

Kommen wir nun zu den Ergebnissen unserer Untersuchungen. Im Gegensatz zu den sogenannten objektiven Methoden wie die Ableitung evozierter Hirnpotentiale im Tierversuch stehen in der klinischen Praxis die psychophysischen Methoden im Vordergrund, wie die Chemogustometrie und die Elektrogustometrie. Die Chemogustometrie kann auf verschiedene Weise durchgeführt werden, durch Auftropfen, Auftragen mit Wattebausch, Injektionen oder Einatmung. Von allen Autoren wird jedoch festgestellt, daß bei der qualitativen Schwellenchemogustometrie wegen der vielen subjektiven Faktoren einige Fehlerquellen nicht auszuschließen sind.

Bei unseren Versuchen mit dem semiquantitativen 5-Komponenten-Geschmackstest nach Claussen und demselben Verfahren, bei dem jedoch die Grundsubstanzen mit 0.04 %-iger l-Menthol-Lösung gemischt waren, kommen wir zu folgenden Resultaten.

Nach Claussen sollen die logarithmisch abgestuften Verdünnungslösungen (siehe Versuche) in der niedrigsten Konzentration von 10 %, in der mittleren von 50 %, in der höchsten von 90 % der Population geschmeckt werden. Wie wir in den Tabellen 4 - 6 und Abbildungen 4 - 13 sehen, stimmen unsere Resultate bezogen auf das Gesamtkollektiv im reinen 5-Komponenten-Geschmackstest mit diesen Ergebnissen nahezu überein. Unser Altersdurchschnitt ist dem von Nodec gleich (ca. 40 Jahre). Die Ergebnisse für 0.1 %ige und 1 %ige Glucoselösung liegen beim Gesamtkollektiv unterhalb der Erwartungswerte.

Was unsere drei Versuchspersonengruppen anbelangt, liegt das Normalpersonenkollektiv K 1 (n = 50) für alle Unter-

tests beim reinen 5-Komponenten-Geschmackstest im Bereich der Erwartungswerte.

Beim Nierenpatientenkollektiv K 2 (n = 69) stellen wir Abweichungen fest bei der 0.1 %igen und 1.0 %igen Glucoselösung; kein Patient erkennt die niedrigste Konzentration, nur 11.59 % die 1 %ige Lösung. Die niedrigste Kochsalzlösung wird nur von 2.9 % der Patieten als salzig beschrieben. Alle übrigen Testlösungen entsprechen den Erwartungswerten.

Beim neurootologischen Patientenkollektiv K 3 (n = 31) stellen wir ebenfalls Abweichungen vom Erwartungswert bei der niedrigsten Konzentration von Glucose-, Na Cl-, Zitronensäure- und Chininlösung fest (Tabellen 6, 10, 11,12).

Eine Erklärung für die Abweichungen von den Erwartungswerten liefern die höheren Altersdurchschnitte der Versuchspersonenkollektive K 2 und K 3. Der Altersdurchschnitt von Nodec II liegt bei ca. 40 Jahren; das durchschnittliche Alter des Nierenpatientenkollektivs bei 46.8 Jahren, des neurootologischen Kollektivs bei 42.6 Jahren.

Das Verhalten der Haupt- und Nebengeschmäcke können wir ebenfalls den Tabellen und Grafiken entnehmen. Wir stellen jedesmal einen Anstieg der Identifizierungsquote von der niedrigsten zur höchsten Konzentration fest und umgekehrt eine Abnahme der Negativausfälle. Außer bei der PTH-Lösung stellen wir eine Abnahme der Nebengeschmäcke mit steigender Konzentration fest. Außerdem nimmt die Anzahl der Nebengeschmäcke in mit l-Menthol gemischten Verfahren ebenfalls ab.

Stellen wir nun einen Vergleich der einzelnen Untertests der beiden Versuchsverfahren für die 3 Versuchspersonengruppen an, so fällt auf, daß im l-Mentholverfahren die

Schmeckleistung in allen Konzentrationen für Kochsalz-, Zitronensäurelösung, PTH und Chinin erhöht ist, während die Schwelle für Glucose höher wird, also die Schmeckleistung abnimmt. Wir stoßen hier auf das erstaunliche Phänomen, daß sogenannte PTH-Blinde in den Verbindungen PTH mit l-Menthol die Wahrnehmung bitter angeben.

Nach Pfaffmann schwankt der Prozentsatz der PTH-nontasters zwischen 3 % und 40 %. Der Schmeckdefekt wird auf ein rezessives Merkmal zurückgeführt. Es wurden altersspezifische, ethnische, geschlechtsspezifische Unterschiede in der Verteilung der PTH-Blindheit angegeben. Wir können unser Ergebnis der Aufhebung der PTH-Blindheit nur als interessantes Nebenprodukt unserer Untersuchungen hier anführen. Ein weiteres erstaunliches Ergebnis ist die Schmeckleistung bei Nierenkranken.

Der Schmeckleistungsindex von Dialysepatienten ist abhängig von der Anzahl der Jahre, die die Patienten am Dialysegerät verbrachten. Liegt er am Anfang der Behandlung bei ,4 2, steigt er nach mehr als 2 Jahren auf ,5 8 und liegt somit statistisch signifikant über dem Durchschnitt.

Kommen wir nach diesen Ausführungen nun zur eigentlichen Fragestellung zurück, der chemischen Kälteerzeugung mit 0.04 %iger l-Menthol-Lösung.

Menthol wird in Veröffentlichungen (Hellekant, Ganong) mit Kälteempfindung in Zusammenhang gebracht. Wie wir mit unseren Untersuchungen (siehe Tabelle 5) nachweisen können, hinterläßt l-Menthol in Verbindung mit verschiedenen Konzentrationen der Grundgeschmacksrichtungen bei den meisten Versuchspersonen einen Kälteeindruck. Dieser Eindruck wird jedoch von der niedrigsten zur höchsten Konzentration der Grundgeschmacksrichtungen von entschieden weniger Probanden wiedergegeben. Bei Glucoselösung plus 0.04 % l-Menthol sinken die Zahlen geringfügig von

94.67 % auf 88.66 %, bei den Bitterschmeckstoffen am auffälligsten von jeweils 84.67 % auf 48.67 %.

Quantitative Elektrogustometrie

Gegenüber dem manuell aufwendigen Verfahren der Chemogustometrie bietet die apperativ aufwendigere Elektrogustometrie den Vorteil der kurzen Testdauer. In die Ergebnisse können jedoch einige nicht zu unterschätzende Fehlerquellen einfließen, die den Test oft nicht reproduzierbar machen. Erstens verändert der Auflagedruck der Elektroden die Ergebnisse. Bei jeder leichten Änderung schlägt der Zeiger des Volt- bzw. mA-Geräts aus. Das zweite Problem ist die Auflagefläche, die durch die leiseste Bewegung des Patienten mit der Zunge verändert werden kann. Ein weiteres entscheidendes Kriterium ist die Art der Erhöhung der Spannung. Diese Faktoren müssen bei den elektrogustometrischen Messungen berücksichtigt werden und schließen große Meßfehler mit ein. Wir können deshalb nur Näherungswerte in den Abbildungen 16 - 21 angeben.

Bei der elektrischen Reizung eines Organs stellt sich die Frage, ob durch den Reiz nur der Rezeptor oder direkt der Nerv erregt wird. Wenn beide Strukturen erregt werden, könnte man nur Aussagen über das Funktionieren bzw. Nicht-Funktionieren des Rezeptor-Neuron-Systems machen. Nach Hensel kann die Wirkung auf den Nerv ausgeschlossen werden, da erstens die Entladungen bei chemischen Reizen und anodischen Reizen identisch sind und zweitens, weil bei diesen beiden Reizformen die Entladungen genauso lang dauern wie der Stimulus selbst, während bei elektrischer Reizung der Nerven diese nur bei Öffnen und Schließen des Stroms erfolgen.

Eine weitere Schwierigkeit war der variable Eingangswiderstand an der Körperoberfläche. Krarup verwendete deshalb einen hochohmigen Stromkreis, so daß der Eingangs-

widerstand vernachläßigt werden konnte. Er baute das erste Gerät für die klinische Elektrogustometrie. Er reizte anodisch mit Gleichstrom; die Kathode war am Arm des Patienten befestigt. Er teilte seine Skala in Elektro Gust Units ein, die zwischen dem niedrigsten Wert 0.005 mA und dem höchsten 0.3 mA lagen. Wir wandten in unseren Versuchen die bipolare Reizung an.

Unsere Werte liegen bei kontinuierlicher Gleichstromreizung auf der rechten Zungenseite bei 0.19 mA, links bei 0.20 mA, was durchaus im Normbereich liegt (siehe Neurootologischer Elektrogustometriebogen nach Endres).

Die Angaben in der Literatur unterscheiden sich stark voneinander: 0.01 mA bis 0.06 bei Freyss, 0.03 bis 0.07 mA bei Pruszewics, 0.1 mA bei Tomita und Pascher. Viele Autoren betonen, daß man bei einer Schwellenstromstärke, die höher als 0.3 mA liegt von einem Ausfall der Chorda tympani sprechen kann.

Reizen wir mit abgestuften Impulsen von 100 msec, wird die Schwelle früher erreicht, rechts bei 0.17 mA, links bei 0.25 mA. Man könnte annehmen, daß beim 100 msec Impuls der steile Anstieg der Erregung bei jedem neuen Reiz voll zur Wirkung kommt, der Rezeptor in der 400 ms Pause sich "erholt" und die Adaptation unterlaufen wird.

Die Forderung von Pruscewics auf beiden Zungenseiten gleiche Werte zu erhalten, konnten wir nicht bestätigen. Durch die verschiedene Verteilung der Rezeptoren auf der Zunge ergeben sich immer kleine Unterschiede.

Bei unserer Stichprobengruppe von 27 Versuchspersonen, die dem Elektrogustometrieverfahren sowohl vor dem Geschmackstest mit und ohne l-Menthol aus auch nachher unterzogen wurde, stellen wir eine geringfügige Erniedrigung der Schwelle beim Verfahren nach der Applikation von l-Menthol fest.

Die Erklärung hierfür kann ein Habitualisierungseffekt sein. Wir können aber auch eine durch l-Menthol erhöhte Sensibilität der Rezeptoren proklamieren. Für erstere These sprechen eigentlich die nach mehreren Tests mit kontinuierlichem Gleichstrom, pulsierendem Gleichstrom, mit einer Impulsdauer von 100 ms und 10 ms wieder auf den Normbereich einpendelnden Werte.

V. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wird die chemische Erzeugung einer Kälteempfindung durch 0.04 % l-Menthol-Lösung sowie deren Einfluß auf die vier Grundgeschmacksrichtungen untersucht. Wir wählten dafür ein gesund-krankes Versuchspersonenkollektiv, wovon 33.3 % Normalpersonen waren. Die übrigen Probanden kamen aus der Neurootologie der HNO-Klinik, Würzburg bzw. der nephrologischen Abteilung der Universität Würzburg.

Für den Grundversuch verwenden wir den Fünf-Komponenten-Geschmackstest nach Claussen. Die Testlösungen sind wässrige Lösungen von Glucose (süß), Kochsalz (salzig), Zitronensäure (sauer), Phenylthioharnstoff (bitter) und Chinin, welche in drei logarithmisch abgestuften Konzentrationen vorliegen. Im Mischverfahren wurden die gleichen Lösungen mit 0.04 %iger l-Menthol-Lösung verbunden, wobei die 10 %ige Kochsalzlösung ausfiel (Kristallisation). Die statistischen Ergebnisse zeigen, daß die Erkennungsrate mit steigender Konzentration zunimmt, wobei durchaus Unterschiede in der Schmeckleistung für die verschiedenen Konzentrationen festgestellt wurden (siehe Tabelle 4).

Beim Geschmackstest mit 0.04 %igem l-Menthol machten wir die Entdeckung, daß im Gegensatz zum physikalischen Kältereiz, der chemische Kältereiz die Schmeckleistung mit Ausnahme von Glucoselösung, wo sie abnimmt, erhöht (siehe Tabelle 4, 5, 6). Daß Menthol subjektiv als kalt wahrgenommen wird, konnten wir durch hohe Werte belegen, allerdings fällt die Wahrnehmungsrate mit steigender Konzentration einer Testlösung stark ab.

An unserer gemischten Probandengruppe von 150 Personen mit einem Anteil von 66.6 % nephrologischen Patienten konnten wir beim Elektrogustometrieverfahren Werte er-

mitteln, die durchaus im Normbereich liegen (siehe Abb. 16 - 21). Bei einer Stichprobengruppe von 27 Versuchspersonen stellten wir eine Erniedrigung der Wahrnehmungsschwelle nach Applikation des l-Menthol fest, was jedoch auch durch Habitualisierungseffekte zu erklären ist.

Anhand der Darstellung verschiedener Schmecktheorien wurde versucht, unsere Ergebnisse in einen theoretischen Rahmen zu setzen und erstaunliche Nebenergebnisse zur Diskussion zu stellen wie zum Beispiel die Aufhebung der PTH-Blindheit bei einigen Versuchspersonen im Mischverfahren mit l-Menthol oder die signifikante Verbesserung der Schmeckleistung bei Nierenkranken, die über einen längeren Zeitraum schon mit dem Dialysegerät behandelt werden.

LITERATURANGABEN

Andres, K.H.
Düring, M. von: Morphologischer Nachweis von Wärmerezeptoren bei Säugern. Morphology of cutaneous receptors.
In: Handbook of Sensory Physiology, Bd. II, 4-28 (1973)

Andres, K.H.: Über die Feinstruktur der Rezeptoren an Sinneshaaren.
Z. Zellforsch. 75, 338-365 (1966)

Bargmann, W.: Kapitel: Zunge
Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen
374-382 und 631-632 (1977)

Baumgarten, R. von: Zur Physiologie des Geruchs- und Geschmacksinns
Arch. Oto-Rhino-Laryng. 210, 43-65 (Kongreßbericht 1975)

Berndt, H., Gerhard, H.J., Wagner, H.: Zur klinischen Elektrogustometrie
HNO Bd. 14, Heft 11, 340-343 (1966)

Braun, Peter: Über die thermische Beeinflussung der Chemogustometrie.
mit 5 Geschmackstoffen.
Inaugural-Dissertation,
Universität Würzburg 1977

Chüden, H.: Über Anatomie und Physiologie des Oralsinnes
HNO Bd. 17, Heft 11, 321-328 (1969)

Claussen, C.F.: Über eine Geschmacksprüfung bei neurootologischen Patienten. Archiv. klin. exp. Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde 202, 443-447 (1972)

Claussen, C.F., Fort, E.: Die Begutachtung des neurootologischen Patienten. Edition Medizin und Pharmazie Frankfurt-Hamburg (1975)

Claussen, C.F., Lühmann, M. von: Das Elektronystagmogramm und die neurootologische Kennliniendiagnostik. Edition Medizin und Pharmazie Frankfurt - Hamburg (1976)

Claussen, E., Claussen, C.F.: Der Schwindelpatient aus der Sicht der HNO-Facharztpraxis Verhlg. d. GNA 5, 81-91 (1976)

Clyde, D., Marlow, R., Winkelmann, K., Gibilisco, J.A.: General sensory innervation of the human tongue. Anat. Rec. 152, 503-513 (1965)

Dabelow, G.: Die Gefäßversorgung der Papillen der Hundezunge und die vorgeschalteten arterio-venösen Anastomosen. Vorstudien zu einer Betrachtung der Zunge als funktionelles System. Morph. Jahrb. 91, 1-32 (1951)

Daub, R.: Über elektrogustometrische Messungen bei neurootologischen Patienten. Inaug. Dissertation, Universität Würzburg (1975)

Eisenacher, W.: II. Zur Morphologie der Papilla fungiformis einiger Nagetiere. Advances in Anatomy, embryology, and cell biology: v. 50, fasc. 6, 57-116 (1946)

Endres, E.: Ein Vergleich der chemogustometrischen Schwelle mit der elektrogustometrischen Schwelle bei anodischer Reizung am vorderen Zungenrand.
Inaug. Dissertation, Universität Würzburg (1975)

Farbmann, A.J.: Fine structure of the taste bud.
J. ultra struct. Res. 12, 328-350 (1965)

Freyss, G.: La gustométrie.
Cahiers d'O.R.L. - 1971 - T. 6 - N° 7.

Galiato, G.R., Farina, E.: Valeri di soglia gustativa con un nuovo electrogensimetro. (Die Schwelle der Geschmacksempfindung erhoben mit einem neuen Elektrogensiemeter.)
Boll. Mal. Orecch. 79 (1961), 145.
Ref. Abl. Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde 72 (1961, 24

Ganong, W.F.: Geschmack.
In: Medizinische Physiologie kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie des Menschen, 150-155, (1972)

Hahn, H., Ulrrich,L.: Eine systematische Untersuchung der Geschmacksschwelle.
Pflügers Arch., Bd. 250, 357-384 (1948)

Heidenhain: Über die Geschmacksknospen als Objekt einer allgemeinen Theorie der Organisation.
Münchener Medizinische Wochenschrift 65. Jahrgang, Nr. 22 (1918)

Hensel, H.: Allgemeine Sinnesphysiologie, Hautsinne, Geschmack und Geruch.
In: W. Trendelenburg und E. Schütz

(Hrsg.): Lehrbuch der Physiologie in zusammenhängenden Einzeldarstellungen (1966)

Hensel, H.: Funktionelle Übergangsformen zwischen Mechano- und Temepraturrezeptoren.
Physiology der Thermorezeptoren.
Ergebn. Physiol. 47, 166-368 (1952)

Hensel, H.: Geschmack und Geruch.
Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie von Wolfgang Keidel, 445-449 (1969)

Hensel, H.: Physiologie des Geschmackssinnes.
Allgemeine Sinnesphysiologie
Hautsinne, Geschmack, Geruch,
230-264 (1966)

Hensel, H.: Spezifische und unspezifische Rezeptorfunktion peripherer Nervenendigungen.
Pflüger Arch. ges. Physiol. 273, 543-561 (1961)

Hensel, H., Zottermann, Y.: The effect of menthol on the thermoreceptors.
Acta physiol. scand. 24, 27-34 (1951)

Hellekant, G.: Studies of the effect of athyl alcohol on the receptors of the tongue.
Stockholm (1965)

Hellekant, G.: The effect of menthol on taste receptors.
Acta physiol. scand. 76, 361-368 (1969)

Krarup, B.: A Method For Clinical Taste Examinations.
Acta otolaryngologica 293-305, Vol. 49 (1958)

Krarup, B.: Taste Reactions of Patients with Bell's Paloy. Acta otolaryngologica 49, 389-399, (1958)

Mc Burney, D.U., Gent, J.F.: On the Nature of taste qualities. Psychological Bulletin 86, No 1, 151-167 (1979)

Mitchell, R.J., Cook, R.M.: Phenylthiocarbamide (PTH) taste sensitivity in selected populations of the Isle of Man and Cumbria. Annals of Human Biology 4, No 5, 431-438 (1977)

Pernkopf, E.: Topographische und stratigraphische Anatomie des Kopfes. Topographische Anatomie des Menschen, 140-143 und 448-451 (1957)

Pfaffmann, C.: The sense of taste. Handbook of Physiology, Sect. I; Neurophysiology Bd. I, 507-533. American Physiological Society, Washington (1959)

Plattig, K.H.: Über den elektrischen Geschmack. Reizstärkeabhängige evozierte Hirnpotentiale nach elektrischer Reizung der Zunge beim Menschen. Z. Biol. 116 (1968-71), 71

Pruszewicz, A.: Concerning the testing of the sense of smell and taste. Otolaryng. pol. 19 (1965), 29 mit engl. Zusammenfassung

Rein, H.: Über die Topographie der Wärmeempfindung. Z. Biol. 82, 513-535 (1925)

Rein, H.: Untersuchung über die Wärmeempfin-

dung der Zunge.
Z. Biol. 82, 545-552 (1925)

Robertis, E. de: Ultrastructure and cytochemistry of the synaptic region.
Science 156, 907-914 (1967)

Runge, B.: Über die Abhängigkeit der Zahl der reagierenden Kaltpunkte der menschlichen Haut von der Oberflächentemperatur.
Pflügers Arch. ges. Physiol. 256, 34-36 (1952)

Skramlik, E. von: Handbuch der Physiologie der niederen Sinne, Bd. I.: Die Physiologie des Geruch- und Geschmacksinnes.
Thieme Verlag (1926) - Leipzig

Skramlik, E. v., Schwarz, G.: Über die sinnlichen Wirkungen von Geschmackslösungen in der Mundhöhle.
Z. Biol. 111, 99-127 (1959/60)

Strughold, H.: Die Topographie des Kältesinns in der Mundhöhle.
Z. Biol. 83, 515-534 (1925)

Tomita, H., Pascher, W.: Untersuchungen über die Geschmacksfunktion nach Radikaloperation beider Ohren, HNO (Berlin) 12. (1964), 95

Tomita, H., Pascher, W.: Über die Geschmacksfunktion nach Ausfall der sensorischen Zungennerven.
HNO (Berlin) 12 (1964), 163

Waldeyer, A.: Das Cavum oris proprium
b) Die Zunge
Anatomie des Menschen
Zweiter Teil, 175-178 (1970)

Zottermann, Y.: Action potentials in the glosso-

phyngeal nerve and in the chorda tympani.
Scand. Arch. Physiol. 72, 73-77 (1935)

Zottermann, Y.: Die Funktion der Thermorezeptoren.
Acta neuroveg. (Wien) 11, 130-141 (1936)

Zottermann, Y.: The Nervous Mechanism of Taste.
Part. III. Sensory Receptors
Am. Nr. 4. Acad. Sci. 81, 358-366 (1959)

Mein Dank gilt Herrn Professor Dr. C.F. Claussen für die Überlassung des Themas, für seine Unterstützung während der gesamten Arbeit und für die Übernahme des Referats.

Zugleich möchte ich Herrn Professor Heidland danken für die freundliche Unterstützung bei der Untersuchung der Dialysepatienten.

Außerdem gilt mein Dank der Apotheke des Luitpold-Krankenhauses für die Herstellung und ständige Erneuerung der Testlösungen.

Für die Übernahme des Korreferats danke ich besonders Herrn Professor Dr. W. Kley.

LEBENSLAUF

Name:	Mayr
Vorname:	Aloisius
Geburtsdatum:	18.09.1948
Geburtsort:	Röfingen/Bayern
Eltern:	Mutter: Irmgard Gräßer, geb. Frey, verw. Mayr Vater: Alois Mayr Beruf: Schriftsetzer
Schulische Laufbahn:	1954-1961 Volksschule Röfingen 1961-1968 Musisches Gymnasium Lauingen 1968 Abitur
Wehrdienst:	Okt. 1968 - März 1970 in Ingolstadt a.d. Donau
Studium:	SS 1970 - SS 1973 Studium der Tiermedizin, WS 1973 - WS 1977 Studium der Zahnmedizin an der Universität München Februar 1977 Zahnärztliche Prüfung vor dem Prüfungsausschuß in München
Zahnärztliche Tätigkeiten:	1.4.77 - 30.9.77 Assistent an der Klinik f. Zahn-, Mund- u. Kieferkrankheiten, München 15.11.77 - 31.7.78 Assistent bei Prakt. Zahnarzt E. Jehle, München 1.11.78-31.3.80 Assistent bei Zahnarzt Dr. P. Keck, Marktheidenfeld
Niederlassung:	1.10.1980 in Kitzingen

Würzburg, den 4. März 1981

(Alois Mayr)